This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 1,072,958

RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
University of Minnesota
Library

14404

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié

sous la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et de **A. Croneberg.**

ANNÉE 1907.

№ 1—3.

(Avec 6 planches).

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société J. N. Kouchnéreff et C-ie,
Pimenowskaia, propre maison.
1908.

RECEIVED IN EXCHANGE
FROM
University of Minnesota
Library

Table par ordre alphabétique d'auteurs.

Pages.

F. Bucholtz. Zweiter Nachtrag zur Verbreitung der Hypogaeen in Russland . . . . . 431—492

Prof. E. Leyst. Luftelectrische Beobachtungen im Ssamarkand'schen Gebiet während der totalen Sonnenfinsternis am 14. Januar 1907 . . . . . 493—528

» » Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1907 . . . . . 552—591

A. Missuna. Ueber eine neue Edestus-Art aus den Karbon-Ablagerungen der Umgebungen von Kolomna . . . . . 529—535

С. П. Поповъ. Матеріалы для минералогіи Крыма. VII. Минералы Аюдага . . . . . 536—541

S. P. Popoff. Etudes sur les minéraux de la Crimée· VII. Les minéraux de l'Aïoudagh. (Résumé) . . . . . 541—542

В. Н. Родзянко. Записка о Torymidae, личинки которыхъ живутъ внутри сѣмянъ Pomaceae . . . . . 592—611

W. N. Rodzianko. Commentatio de Torymidis, quarum larvae in seminibus Pomacearum vitam agunt . . . . . 592—611

Dr. A. N. Sewertzoff. Studien über die Entwickelung der Muskeln, Nerven und des Skeletts der Extremitäten der niederen Tetrapoda. Mit 6 Taf. . . . . 1—430

Н. И. Сургуновъ. О кристаллической формѣ и оптическихъ свойствахъ метиловаго эѳира пинокамфилксантогеновой кислоты 543—550

N. Surgunow. Ueber die Krystallform und einige optische Eigenschaften des Pinokamphil-Xantogen Säure Methyl-Aethers. (Résumé) 551

Протоколы засѣданій Императорскаго Московск. Общ. Испыт. Природы за 1907 г. . . . . 1— 42

Годичный отчетъ Императорскаго Московск. Общества Испыт. Природы за 1906—1907 г. . . . . 43— 57

Livres offerts ou échangés durant l'année 1905 . . . . . 1— 44

Table par ordre de matières.

Pages.

Dr. A. N. Sewertzoff. Studien über die Entwickelung der Muskeln, Nerven und des Skeletts der Extremitäten der niederen Tetrapoda. Mit 6 Taf. . . . . 1—430

F. Bucholtz. Zweiter Nachtrag zur Verbreitung der Hypogaeen in Russland . . . . . 431—492

Prof. E. Leyst. Luftelectrische Beobachtungen im Ssamarkand'schen Gebiet während der totalen Sonnenfinsternis am 14. Januar 1907 494—528

A. Missuna. Ueber eine neue Edestus-Art aus den Karbon-Ablagerungen der Umgebungen von Kolomna . . . . . 529—535

С. П. Поповъ. Матеріалы для минералогіи Крыма. VII. Минералы Аюдага . . . . . 536—541

S. P. Popoff. Etudes sur les minéraux de la Crimée. VII. Les minéraux de l'Aïoudag. (Résumé) . . . . . 541—542

Н. И. Сургуновъ. О кристаллической формѣ и оптическихъ свойствахъ метиловаго эѳира пинокамфилксантогеновой кислоты . 543—550

N. Surgunoff. Ueber die Krystallform und einige optische Eigenschaften des Pinokamphil-Xantogen Säure Methyl-Aethers (Résumé) 551

Prof. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1907 . . . . . 552—591

В. Н. Родзянко Записка о Torymidae, личинки которыхъ живутъ внутри сѣмянъ Pomaceae . . . . . 592—611

W. N. Rodzianko. Commentatio de Torymidis, quarum larvae in seminibus Pomacearum vitam agunt . . . . . 592—611

Протоколы засѣданій Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1907 г. . . . . 1—42 .

Годичный отчетъ Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1906—1907 г. . . . . 43—57

Livres offerts ou échangés durant l'année 1907 . . . . . 1—44

Приложенія къ протоколамъ.

аткій отчетъ о гео-ботаническихъ изслѣдованіяхъ, ныхъ въ 1906 и 1907 годахъ въ предѣлахъ Перми . . . . . 17—18

Матеріалы по геологіи ферганскихъ мѣсторожденій нефти . . . . . 21—27

. Опытъ физико-химической теоріи опредѣленія геологическаго возраста нефтей . . . . . 27—29

. Данныя по геологіи Московской губ. . . . . 29—32

Замѣчанія къ докладу А. А. Чернова „О геологическихъ условіяхъ залеганія печорской нефти“ . . . . . 32—33

Тихомировъ. Гликогенъ нѣкоторыхъ сумчатыхъ грибовъ въ смыслѣ микрохимическаго значенія реакціи фенильгидразина на углеводы вообще . . . . . 38—42

BU

14404

BULLETIN

DE LA

OCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié

us la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et de **A. Croneberg.**

ANNÉE 1907.

№ 1—3.

(Avec 6 planches).

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société J. N. Kouehnéreff et C-ie,
Pimenowskaia, propre maison.
1908.

EXCHANGE
UNIVERSITY OF MINNESOTA
LIBRARY
DEC 28 1938

Studien über die Entwickelung der Muskeln, Nerven und des Skeletts der Extremitäten der niederen Tetrapoda.

Beiträge zu einer Theorie der pentadactylen Extremität der Wirbeltiere. Mit 6 Taf.

Von

Dr. A. N. Sewertzoff.

Ord. Professor der Zoologie der Universität v. St. Wladimir in Kiew.

EINLEITUNG.

Der Forscher, dem die mühselige Arbeit zu Teil wird, die umfangreiche Literatur über die Extremitäten der Tetrapoda zu studieren, kommt bald zur Ueberzeugung, dass die meisten Argumente, auf welchen die eine oder andere Hypothese über die Phylogenie der pentadactylen Extremität basiert, gewönlich aus dem Studium eines einzigen der Hauptorgansysteme geschöpft sind; die anderen Organsysteme werden dabei nur relativ wenig berücksichtigt. Meistens basieren solche Hypothesen auf den Tatsachen, die bei der Untersuchung des Extremitätenskelettes erlangt worden sind, so dass wir über dieses Organsystem der Extremität eine sehr umfangreiche Literatur besitzen. Viel weniger wird die Ontogenie der Muskeln und Nerven in Betracht gezogen: nur die frühen Stadien derselben wurden bei den Pentadactyliern untersucht und die Resultate dieser Untersuchungen für die Frage von der Entwickelung des Cheiropterygium aus dem Ichthyopterygium verwertet.

Ddiese Art das Problem zu behandeln (welche ihre historische Berechtigung hat) hat selbstverständlich eine gewisse Einseitigkeit der Auffassung und der Lösung der ganzen Frage von der Phylogenie der Tetrapodenextremitäten zur Folge. Um diese Einseitigkeit nach Möglichkeit zu vermeiden, habe ich mir in der vorliegenden Arbeit die Aufgabe gestellt, wenigstens bei einer Form die Entwickelung der Hauptorgane, nämlich der Muskeln, Nerven und des Skeletts der freien Extremität *im Zusammenhang mit einander von den frühen Stadien an bis zum erwachsenen Zustand zu verfolgen*, und die Resultate dieser Untersuchung für die Phylogenie der pentadactylen Extremität zu verwerten. Dabei erwies es sich, dass die Untersuchung der Entwickelung und der Anatomie einer ganzen Reihe von niederen Pentadactyliern, welche als Vergleichsobjeckte dienen mussten, unbedingt notwendig war, was den Rahmen der vorliegenden Arbeit bedeutend erweiterte. Um meinen Gedankengang dem Leser von Anfang an klar zu machen, werde ich mit einigen Worten den Plan der Arbeit darlegen.

Als Grundobjekt der Untersuchung wählte ich ein niederes Reptil, einen Gecko, nämlich Ascalabotes fascicularis. Die Tatsache, dass die schönen Untersuchungen von v. Bemmelen, Mollier und Corning sehr primitive Verhältnisse in der Entwickelung der Muskeln und der Nerven bei den Reptilien aufgedeckt haben und der Umstand, dass andererseits bei den niederen Amphibien die Entwickelung dieser Organsysteme, die ein besonderes Interesse bieten, als ein ontogenetisch stark abgekürzter Vorgang erscheint, haben die Wahl des Untersuchungsobjektes bestimmt. Demnach sind die ersten drei Kapitel des beschreibenden Teils der Beschreibung meiner Beobachtungen über die Entwickelung der Muskeln, der Nerven und des Skeletts der vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis, die in mancher Beziehung primitiver als die hintere ist, gewidmet. Um die Richtung, in welcher die Entwickelung der beiden Extremitätenpaare vor sich geht, studieren und dieselben mit einander vergleichen zu können, sah ich mich genötigt die Entwickelung des Skeletts der hinteren Extremität ebenfalls in den Kreis meiner Untersuchungen zu ziehen; die Resultate dieser Untersuchung sind im vierten Kapitel dargelegt.

Das Studium der Extremitäten von Ascalabotes zeigte mir, dass bei der Entwickelung derselben Reduktionsprozesse eine bedeutende

Rolle gespielt haben müssen: um die Art und Weise, wie die phylogenetische Reduktion die Ontogenie beeinflusst, zu erforschen, wurde die Entwickelung eines Reptils mit stark reduzierten Extremitäten, nämlich die von Seps chalcides in dieser Beziehung untersucht (Kap. V). Die Extremitäten der Schildkröten sind insofern von besonderem Interesse, als dieselben erstens einen sehr primitiven Bau besitzen und zweitens die Schildkröten in systematischer Beziehung eine von den Autosauriern entfernte Stellung einnehmen, so dass die Vergleichung dieser Formen allgemeinere Schlüsse zu ziehen erlaubt; darum habe ich die Entwickelung des Extremitätenskeletts von Emys lutaria von den frühen Stadien der Vorknorpelbildung bis zum erwachsenen Zustand verfolgt (Kap. VI).

Endlich wurden die Extremitäten der Urodela (Siredon und Triton), deren Bedeutung für die Extremitätenfrage für einen jeden in der Literatur bewanderten Forscher ausser Frage steht, in Bezug auf die Entwickelung des Extremitätenskeletts untersucht (Kap. VII).

Die eingehende Untersuchung der Entwickelung der Extremitäten der genannten Tierformen von den frühen Stadien bis zum erwachsenen Zustande bildet die embryologische Grundlage dieser Arbeit. Dabei beschränkte ich mich auf die freie Extremität; die Extremitätengürtel, welche in den Arbeiten meiner Vorgänger eine eingehende Bearbeitung gefunden haben und für die von mir aufgestellten Fragen von nicht so ausschlaggebender Bedeutung sind, wie die Bestandteile der freien Extremität, behandle ich nur beiläufig. Selbstverständlich wäre es höchst wichtig bei allen erwähnten Gruppen der niederen Tetrapoda alle Hauptorgansysteme der Extremität, d. h. die Nerven, Muskeln, Gefässe und das Skelett im Zusammenhange mit einander in derselben Weise, wie ich es für Ascalabotes zu tun versucht habe, zu behandeln und nur eine solche Arbeit könnte uns als Grundlage für eine auf sicherem Boden ruhende Theorie der Extremitäten dienen. Aber eine solche Untersuchung würde bei weitem den Rahmen einer einzelnen Arbeit und, infolge der ausserordentlichen technischen Schwierigkeiten, welche das Studium der Entwickelung der Muskeln und Nerven bietet, auch die Kräfte eines einzelnen Forschers überschreiten.

Im zweiten, vergleichend-anatomischen Teil der Arbeit suche ich die theoretischen Schlüsse aus den im ersten Teil dargelegten

embryologischen Beobachtungen zu ziehen und die erlangten Resultate mit denen meiner Vorgänger zu vergleichen. Dabei ist eine Reihe persönlicher Beobachtungen über die Tierformen, welche mir als Vergleichsobjekte dienten und die zum Teil embryologisch, zum Teil anatomisch von mir untersucht wurden und denen im ersten Teil nicht Rechnung getragen werden konnte, beiläufig beschrieben. Um dem Leser die Uebersicht über die tatsächlichen Resultate, zu denen ich im ersten Teil gelangt bin, zu erleichtern, schicke ich einem jeden Abschnitt des vergleichend-anatomischen Teiles eine kurze Uebersicht des entsprechenden Abschnittes des beschreibenden Teiles voraus.

In dem ersten Abschnitt des vergleichend-anatomischen Teils unterziehe ich die Muskeln und Nerven der Pentadactylier einer eingehenden Besprechung und mache auf Grund eigener und fremder embryologischer und vergleichend-anatomischer Untersuchungen den Versuch, ihre Phylogenie hypothetisch zu rekonstruieren. Im zweiten Abschnitt tue ich dasselbe für das Skelett der freien Extremitäten (vordere und hintere) der rezenten und ausgestorbenen Reptilien. Dabei gehe ich von den Autosauriern, die von mir persönlich eingehender, als die anderen Reptilien untersucht worden sind, aus und vergleiche sie zuerst mit den übrigen Diapsida und dann mit den Synapsida. Der dritte Abschnitt handelt von dem Extremitätenskelett der rezenten und ausgestorbenen Amphibien: und da die meisten Theorien über die Phylogenie der Tetrapodenextremitäten in bedeutenderem oder geringerem Grade auf Untersuchungen über die Amphibien gegründet sind, so bespreche ich diese Theorien am Anfange dieses Abschnittes.

Der letzte Teil der Arbeit ist den allgemeinen Schlussfolgerungen und einer allgemeinen Uebersicht der Resultate der ganzen Untersuchung gewidmet und hier ist der Versuch gemacht eine dem heutigen Stande unserer tatsächlichen Kenntnisse der Anatomie und Ontogenie der Tetrapoda gerecht werdende Hypothese über die Entwickelung der pentadactylen Extremität aus einer Fischflosse aufzustellen und den Gang dieser Entwickelung in allgemeinen Zügen zu skizzieren. Ich muss betonen, dass ich den Wert eines solchen Versuchs keineswegs zu überschätzen geneigt bin und vielleicht besser als ein anderer weiss, wie viel hypothetisches in ihm enthalten ist und wie viel noch zu tun übrig bleibt.

Was die von mir besprochene Literatur der Extremitätenfrage anbetrifft, so muss ich bemerken, dass ich dieselbe nur insofern, als die Arbeiten der verschiedenen Autoren die von mir behandelten Fragen berührten, berücksichtigen konnte: von einer eingehenden Besprechung der ganzen Literatur des Extremitätenproblems musste ich ihres Umfanges wegen absehen und darum blieb manche an sich sehr wertvolle Arbeit von mir unerwähnt. Grosse Schwierigkeiten sowohl in faktischer, als auch in theoretischer Beziehung bot der Umstand, dass so gut wie gar keine die Entwickelung der Muskeln und Nerven der Pentadactylier behandelnden embryologischen Vorarbeiten vorhanden sind, abgesehen von den frühesten Entwickelungsstadien, die verhältnissmässig gut untersucht sind. Eine sehr grosse Bedeutung für meine embryologischen Untersuchungen hatten dagegen die vergleichend-anatomischen Arbeiten M. Fürbringer's über die Schultermuskeln und-nerven der Tetrapoda: diese ausgezeichneten Arbeiten, in denen eine Fülle von systematisch bearbeiteten und durchdachten tatsächlichen Materials enthalten ist, bilden sowohl in faktischer, als in teoretischer Hinsicht eine vorzügliche vergleichend-anatomische Vorarbeit für die embryologische Forschung. Selbstverständlich spreche ich hier von den Arbeiten Fübringers nur von meinem speziellen Standpunkt; es ist wohl vollkommen überflüssig zu betonen, dass ich diese Schriften nicht nur als eine „Vorarbeit" äusserst hoch schätze, da ihre Bedeutung an und für sich ja allgemein anerkannt ist.

Als Material für die Untersuchung, welches zum Teil embryologisch, zum Teil anatomisch untersucht wurde, dienten mir folgende Tierformen (die embryologisch untersuchten Formen sind durch Sperrdruck bezeichnet):

1. *Ascalabotes fascicularis.*
2. Platydactylus guttatus.
3. Gymnodactylus pipiens.
4. *Ptychozoon homalonotum.*
5. Iguana tuberculata.
6. Polychrus marmoratus.
7. Phrynosoma orbiculare.
8. Ameiva vulgaris.
9. Lacerta ocellata.

10. Lacerta stirpium.
11. Lacerta vivipara.
12. Varanus sp.
13. Scincus officinalis.
14. Scincus pumilus.
15. Gongylus ocellatus.
16. *Mabuia multifasciatum.*
17. *Seps Chalcides.*
18. Stellio caucasicus.
19. Phrynocephalus helioscopus.
20. *Calotes javanicus.*
21. *Draco volans.*
22. Lygosoma olivaceum.
23. Chamaeleo vulgaris.
24. Sphenodon punctatus.
25. *Emys lutaria.*
26. Tryonix javanicus.
27. Cynosternum pensilvanicum.
28. Crocodilus sclerops.
29. *Siredon pisciformis.*
30. *Triton cristatus.*

Ausserdem hat mein Schüler, Herr J. J. Schmalhausen auf meine Bitte eine ganze Reihe von Anuren in Bezug auf die Entwickelung des Extremitätenskelettes untersucht und mir sein noch nicht publiziertes Manuskript zur Verfügung gestellt, so dass ich hier in seinem Namen einige von seinen Resultaten nebst den betreffenden Abbildungen mitteile; ich benutze die Gelegenheit Herrn Schmalhausen hier meinen herzlichen Dank auszusprechen. Das sehr grosse embryologische Material über Ascalabotes wurde von mir zum Teil in Banyuls s. mer, hauptsächlich aber in Villafranca gesammelt und die Embryonen wurden meistens in Sublimateisessig und in Zenker'scher Flüssigkeit fixiert. Beide Fixierungsmethoden erwiesen sich als für meine Zwecke sehr gut geeignet. In Villafranca sammelte ich auch das embryologische Material von Seps chalcides; ausserdem bekam ich als Ergänzungsmaterial eine Anzahl von Embryonen von Ascalabotes und Seps von Herrn Dr. Davidoff in Villafranca zugeschickt. Eine Reihe von sehr gut konservierten Embryonen von

Emys lutaria verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Priv. dozent N. K. Koltzoff in Moskau; auch wurde mir eine gewisse Anzahl von Embryonen javanischer Reptilien (Calotes, Mabuia, Ptychozoon, Draco) vor Herrn Karawajew in Kiew zur Untersuchung übergeben. Herr J. J. Schmalhausen sammelte und fixierte für mich ein sehr reiches Material zur Entwickelung der Extremitäten von Siredon und Triton; allen diesen Herrn spreche ich an dieser Stelle für die Liebenswürdigkeit, mit der sie mir beim Sammeln des Material behülflich waren, meinen herzlichsten Dank aus. Die meisten Serien wurden von mir selbst geschnitten, eine gewisse Anzahl von sehr schön geschnittenen Serien verfertigte für mich jedoch Herr J. J. Schmalhausen. Bei Anfertigung der Mikrophotographien war mir Herr Pr. dozent M. M. Woskoboynikow sehr behülflich: diesen beiden Herrn bin ich zu besonderem Danke verpflichtet. Das Material für den anatomischen Teil der Untersuchung wurde mir von den Sammlungen der Universitäten Juriew (Dorpat), Kiew, und dank der liebenswürdigen Erlaubniss des Prof. M. A. Menzbier, von der Moskauer Universität zur Verfügung gestellt.

In Bezug auf die Technik muss ich bemerken, dass die Untersuchung der Entwickelung der Muskeln und Nerven besondere Schwierigkeiten bot. Hier war die genaue Orientierung der Schnitte in ganz bestimmten Flächen, die für das Studium der betreffenden Anlagen besonders günstig waren, eine nicht leichte Aufgabe, da die Schnittrichtung oft schräg zu den Hauptebenen des Embryos geführt werden musste. Die Methode der graphischen Isolierung nach Kastschenko benutzte ich, wie der Leser sehen wird, in sehr ausgiebigem Masse und erzielte durch dieselbe die besten Resultate.

Wie bereits bemerkt, behandeln die vier ersten Kapitel des beschreibenden Teils dieser Arbeit die Entwickelung der Extremitäten von Ascalabotes fascicularis. Die Literatur über die Entwickelung der Extremitäten der Autosaurier im allgemeinen und der Geckonen im speziellen ist keine reichhaltige. Die frühen Entwickelungsstadien der Muskeln und Nerven von Lacerta sind eingehend in den Arbeiten von V. Bemmelen ('89), Mollier ('95, '97) und Corning ('99) beschrieben: auf die positiven Resultate dieser Arbeiten gehe ich im vergleichenden Teil noch näher ein.

Die späteren Stadien der Muskel- und Nervenentwickelung sind dagegen nur sehr wenig berücksichtigt, und finden sich bei Mollier nur vereinzelte Angaben darüber vor. Bei den Geckonen und speziell bei Ascalabotes ist die Entwickelung der Muskeln und Nerven, soviel ich weiss, noch von niemandem untersucht worden.

Auch die Entwickelung des Skeletts der freien Extremität der Autosaurier ist sehr wenig bekannt und die frühen Entwickelungsstadien, die, wie der Leser wohl sehen wird, eine besondere Beachtung verdienen, sind, soviel mir bekannt, noch von niemandem, von meiner kleinen vorläufigen Mitteilung (Sewertzoff '04) abgesehen, geschildert worden.

Besser ist die Anatomie der Extremitäten der Geckonen untersucht worden: wie ich schon oben erwähnte, sind die Schultermuskeln und Nerven (auch das Skelett) in den Schriften M. Fürbringers ausführlich beschrieben (vergl. Kap. VIII). An dieser Stelle gehe ich nicht auf eine detailirte Besprechung seiner Resultate ein, möchte aber die allgemeinen Schlussfolgerung über die systematische Stellung der Ascalatoten, zu der Fürbringer auf Grund einer eingehenden Untersuchung der Organisation der Reptilien gelangt, hervorheben: diese Untersuchung hat ihn nämlich zu dem Schlusse geführt, dass die Lacertilia vera (unsere Autosauria) eine sehr niedrig stehende Gruppe unter den Reptilien bilden. „Unter den Sauropsida nehmen sie eine ähnliche Stellung ein, wie die Selachier unter den Fischen, und es ist als ein glückliches Geschick zu preisen, dass uns diese reiche primitive Abteilung in solcher Fülle bis zum heutigen Tage für die Untersuchung erhalten geblieben ist". (M. Fürbringer '00, p. 607); unter den Lacertiliern nehmen aber, nach Fürbringer, die Nyctisauria s. Geckonomorpha und im speziellen die Geckonidae die primitivste Stellung ein. Dieser Schluss eines der besten Kenner der Anatomie und Systematik der Sauropsida ist für uns darum wichtig, weil er die Wahl eines Gecko als Hauptobjeckt der Untersuchung verständlich macht. Die anatomische Beschreibung des Skeletts der freien Extremität der Geckonen ist in der klassischen Arbeit Gegenbaurs über den Carpus und Tarsus enthalten (Gegenbaur 1864) und die meisten der nachfolgenden Autoren wiederholen seine Angaben und Deutungen: Der Carpus der Geckonen (Platydactylus, Phyllodactylus) besteht demnach aus folgenden Elementen: Radiale, Centrale, Ulnare (das Pisiforme rechnet Gegenbaur nicht

zu den kanonischen Elementen des Carpus und giebt auch keine Abbildung desselben) Carpalia (distalia) 1—5, im ganzen also acht Elemente. Im Tarsus der Geckonen stellt Gegenbaur das Vorhandensein folgender Elemente fest: ein grosses proximales Tarsalstück, das ein Compositum aus dem Fibulare (Calcaneus), Astragalus (Intermedio-Tibiale) und Centrale (Scaphoideum) darstellt, und drei Tarsalia distalia, nämlich das Tarsale distale 1, das Tarsale distale 3, und das Cuboideum, welches nach Gegenbaur die untereinander verschmolzenen Tarsalia distalia 4, 5 darstellt. Den Gegenbaur'schen faktischen Daten über das Extremitätenskelett der Geckonen wurde, so viel ich weiss, durc hseine Nachfolger nichts neues hinzugefügt, in der Deutung der einzelnen Skelettstücke weichen dieselben jedoch in mancher Hinsicht von der seinigen ab. Da sich diese Meinungsverschiedenheiten hauptsächlich nicht auf die Geckonen im speziellen, sondern auf die Deutung der Skelettstücke der Reptilienextremitäten überhaupt beziehen, so bespreche ich sie eingehend später. In der vorliegenden Arbeit nehme ich für die Knochen der Extremitäten folgende Nomenklatur und abgekürzte Bezeichnungen an: Vordere Extremität: Humerus (H), Radius (R), Ulna (U), Radiale externum (Emery) (r_1), Radiale (r), Intermedium (i), Ulnare (u), Pisiforme (pi), Centralia (von der radialen Seite zur ulnaren und von der proximalen Seite zur distalen gerechnet) (C_1, C_2, C_3), Carpalia distalia (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6), Metacarpalia (I, II, III, IV, V); die Zahl der Phalangen wird durch arabische Ziffern bezeichnet. Als entsprechende Bezeichnungen für die hintere Extremität bediene ich mich der folgenden: Femur (Fm), Tibia (T), Fibula (F), Tibiale (t), Intermedium (i), Fibulare (f), Centralia (C_1, C_2) (Tibiale, Intermedium + Centrale = Astragalus (A) (Astragalus + Fibulare = Tarsale proximale, tr. pr.) Tarsalia distalia (t_1, t_2, t_3, t_4, t_5) Metatarsalia (I, II, III, IV, V), Phalangen. Ich führe diese abgekürzten Bezeichnungen hier an, um dem Leser die Formeln, durch die im folgenden die Zusammensetzung des Skeletts der freien Extremitäten in abgekürzter Form ausgedrückt ist, verständlich zu machen.

Spezieller Teil.

I.

Frühe Entwickelungsstadien der vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis.

Im Interesse der Einheitlichkeit der Darstellung werde ich im Folgenden die Entwickelung der verschiedenen Organanlagen der Extremität von Ascalabotes fascicularis, nämlich die Entwickelung der Nerven-, Muskel- und Skelettanlagen während der früheren Stadien im Zusammenhange mit einander beschreiben. In späteren Stadien, wo die Anlagen besser differenziert sind, ist es dagegen bequemer, die Entwickelung der einzelnen Organsysteme getrennt zu schildern. Ich muss hinzufügen, dass die frühen Entwickelungsstadien der Vorderextremität von Ascalabotes fascicularis denen von Lacerta, welche in den Untersuchungen von Mollier (95, 97), Corning (99) und anderen Autoren eingehend berücksichtigt worden sind, sehr ähnlich sind, so dass ich, um allzu viele Wiederholungen zu vermeiden, meine eigenen Beobachtungen in den Fällen, wo die Entwickelung von Ascalabotes der von Lacerta ähnlich verläuft, ganz kurz schildere.

Um dem Leser eine allgemeine Orientierung in der Entwickelung der Vorderextremität von Ascalabotes zu erleichtern, schicke ich der Beschreibung der Vorgänge, welche sich im Inneren der Extremitätenanlage abspielen und zur Bildung der Muskulatur, des Skeletts etc. führen, eine kurze Schilderung der Entwickelung der äusseren Form der Extremität voraus. Dabei muss ich betonen, dass diese Entwickelung meines Erachtens nach nicht ohne Bedeutung für die Frage von der allgemeinen phylogenetischen Evolution der pentadactylen Extremität ist.

Zur Erläuterung des Entwickelungsvorganges mögen die Figuren 1, A—C Taf. I, welche sich alle auf Embryonen von Ascalabotes beziehen, dienen; die ersten Entwicklungsstadien der Extremitätenleiste berücksichtige ich dabei nicht. Im Stadium der Fig. 1, A, A_1 sehen wir die (Ex) Anlage der vorderen Extremität in Form einer gut entwickelten „Extremitätenleiste“ sich von der lateralen Rumpfwand

des Embryos abheben. Fig. 1, A stellt diese Leiste in der lateralen, Fig. 1, A_1 in der dorsalen Ansicht dar. Die Extremitätenleiste liegt in der frontalen Körperebene (also senkrecht zur Medianebene). Ihre Form ist am bestem auf Fig. 1 A zu sehen: an der Leiste selbst können wir eine dorsale (Fig. I, A, A_1, d. f.) und eine ventrale (v. f.) Fläche, dann einen caudalen (c. r.) und einen lateralen (l. r.), oder richtiger einen rostro-lateralen Rand unterscheiden. Eine Seitenfalte ist bei dieser Extremitätenanlage ebenso wie bei der von Lacerta (Mollier '95, Peter '02) vorhanden. Ich möchte die Aehnlichkeit der embryonalen Extremität von Ascalabotes in diesem Stadium mit einer Fischflossenanlage betonen, da dies auch für die anderen bis jetzt untersuchten Reptilien gilt. Dabei muss man bemerken, dass bei den urodelen Amphibien (Triton, Siredon), wo die Extremitätenanlage nicht leisten-, sondern stummelförmig ist, eine solche Aehnlichkeit nicht zu finden ist. Dabei steht diese Extremitätenanlage der Saurier ihrer horizontalen Lage nach derjenigen der Selachier und Knorpelganoiden, bei welchen sie auch eine horizontale (frontale) Stellung hat nahe.

Im folgenden, auf Fig. 1, B, B_1 Taf. I dargestellten Stadium ist die Form der freien Extremitätenanlage bedeutend verändert: dieselbe besteht jetzt aus zwei Abschnitten: einem proximalen rundlichen Stiel, welcher ungefähr dem künftigen Brachium + Antebrachium, und einer distalen Platte, die dem künftigen Handabschnitt entspricht; Fingeranlagen sind in diesem Stadium noch nicht zu sehen. Die Lage der Extremität ist im Verhältniss zur Körperaxe, wie im vorigen Stadium, eine horizontale, so dass wir an ihr wieder eine dorsale und eine ventrale Fläche unterscheiden können. Wenn wir die Figuren 1 A und 1 B miteinander vergleichen, so wird uns die bei der Entwickelung vor sich gegangene Veränderung leicht verständlich: dieselbe wird hauptsächlich durch das starke Wachstum des caudalen (cd) und lateralen (lr) Randes der Extremitätenleiste des Stadiums Fig. 1 A bedingt. Diese Veränderung ist auf der schematischen Fig. 1 im Text veranschaulicht; man beachte dabei die Lage der Skelettanlage, durch welche die Extremitätenaxe bezeichnet wird: dieselbe bildet nämlich mit der Körperaxe einen *spitzen* Winkel. In diesem Stadium (Textfig. 1 A, rechte Seite) können wir, wie gesagt, wie im vorigen (Textfig. 1 a, linke Seite) eine dorsale (dr) und eine ventrale (vr) Fläche, einen lateralen (rostrolateralen)

(lr), caudalen (cd) und ausserdem noch einen medianen (md) Rand unterscheiden. Die Lage der Extremität ist auch auf dem schematischen Querschnitt (Textfig. 1 b II) zu sehen. Die weitere Veränderung bei der Entwickelung der Extremitätenanlage ist auf dem Schema Textfig. 1 b II und Fig. 1 D abgebildet: sie besteht darin,

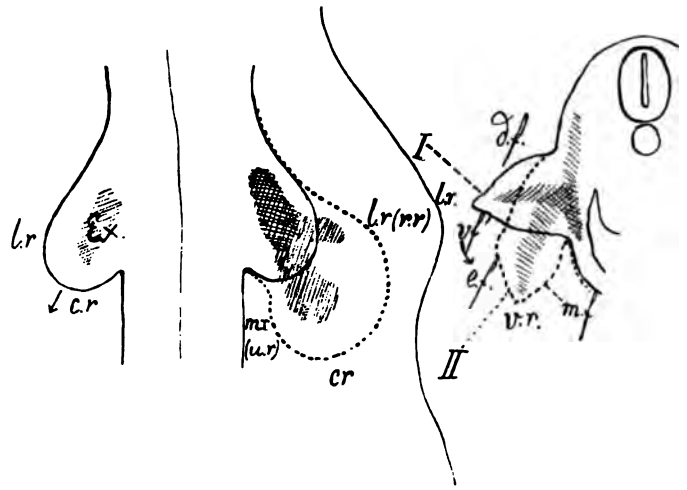


Fig. 1. Zwei Schemata zur Veranschaulichung der Lageveränderung der vorderen Extremität von Ascalabotes im Laufe der embryonalen Entwickelung: a. Dorsale Ansicht: die linke Seite stellt ein jüngeres Stadium dar, auf der rechten Seite wird die Lage der Extremität eines späteren Stadiums durch die punktierte Linie bezeichnet; b) schematischer Querschnitt, die Lage der Extremität in dem späteren Stadium mit punktierter Linie bezeichnet; die Skelettanlage ist auf beiden Abbildungen gestrichelt. Ex. — Extremitätenanlage; cr. — caudaler Rand derselben; lr (rr) — lateraler (radialer) Rand; mr (ur) — medianer (ulnarer) Rand; vr. — ventraler Rand; df. — dorsale Fläche; vf. — ventrale Fläche; lf. — laterale Fläche; mf. — mediane Fläche.

dass die Extremität sich in ventraler Richtung umklappt (Textfig. 1 b, in der Richtung des Pfeiles) und aus der horizontalen (I) eine annähernd sagittale Stellung (II) annimmt.

Auf Fig. 1 C Taf. I sehen wir, dass der Extremitätenstiel sich besser differenziert hat: eine Biegung bezeichnet seine Einteilung in den Arm- und den Vorderarmabschnitt, welche, wie das Studium der Schnittserien des betreffenden Stadiums zeigt, auch wirklich in den Skeletteilen schon vor sich gegangen ist. In der Handplatte sind

die Fingeranlagen von aussen bereits sichtbar: beachtungswert ist, dass diese Fingeranlagen sich *im Inneren der einheitlichen flachen Handplatte differenziert haben: von einer Sprossung der Finger*, wie sie z. B. für die urodelen Amphibien beschrieben ist, kann man hier gar nicht sprechen, da der Rand der Handplatte zur Zeit, wo die Finger schon äusserlich sichtbar sind *(also relativ spät)*, noch ganz einheitlich ist und keine Ausbuchtungen zeigt.

Die ventrale Umklappung der Extremitätenplatte hat zur Folge, dass:

die dorsale Fläche zur lateralen wird
die ventrale Fläche zur medianen
der mediane (ulnare) Rand zum dorsalen
der laterale (radiale) Rand zum ventralen.

Diese Lage bewahrt die Extremität während einer ziemlich langen Zeit, bis auf das Stadium, das auf der Fig. 1 C dargestellt ist. Dieses Stadium ist bedeutend älter, als das auf Fig. 1 B abgebildete, die Lage der Vorderextremität ist jedoch im allgemeinen dieselbe geblieben, d. h. der erste Finger (Pollex) oder der radiale Rand der Extremität ist nach vorne gerichtet. Ich werde mich bei der Schilderung dieses Stadiums nicht weiter aufhalten, da die Abbildung die Verhältnisse auch ohne weitere Kommentare gut wiedergiebt.

Ich habe bemerkt, dass in den zwei letzten Stadien die Lage der Extremität dadurch charakterisiert wird, dass der Pollex nach vorne gerichtet ist. Beim erwachsenen Tier ist dagegen der Pollex medianwärts gewandt: diese letztere Stellung wird, wie bekannt, durch eine im Laufe der Entwickelung vor sich gehende Torsion der Extremität erreicht; auf die Einzelheiten dieses Prozesses gehe ich an dieser Stelle nicht näher ein.

Ich glaube, dass diese kurze Schilderung der Entwickelung der äusseren Form der Extremität dem Leser zur allegemeinen Orientierung, welche für das Verständniss der sich im Inneren der Extremitätenanlage abspielenden Vorgänge nötig ist, genügen wird. Auf die phylogenetischen Schlüsse, welche sich aus den soeben beschriebenen Vorgängen ziehen lassen, werden wir im allgemeinen Teil dieser Arbeit noch zurückkommen.

Von der Schilderung der ersten Entwicklungsstadien der Extremitätenleiste von Ascalabotes fascicularis, welche denen von Lacerta bedeutend ähneln, sehe ich an dieser Stelle ab, da ich dem

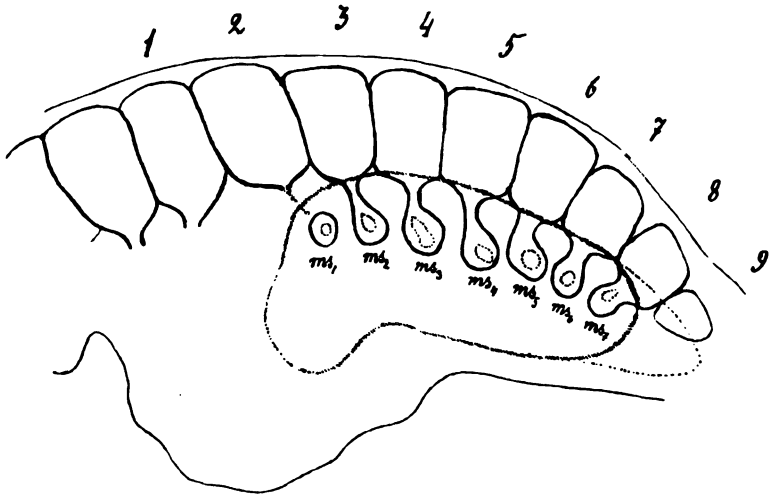


Fig. 2. Graphische Rekonstruktion der vorderen Rumpfmyotome und der Muskelsprosse der vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes; 1—9 vordere Rumpfmyotome; ms_1 — ms_7 — Muskelsprosse der Extremitätenanlage.

schon Bekannten nichts Neues hinzufügen kann, und beginne meine Beschreibung mit einem Stadium, wo die Extremitätenleiste sich bereits gebildet hat (etwas früher als Fig. 1 A, A_1) und von dichtem Mesenchymgewebe angefüllt ist, und wo die Urwirbelfortsätze der Rumpfsomiten in die Basis der Extremität hineinwuchern.

Auf der Rekonstruktion Fig. 2 im Text sind die Somiten 4—13 oder der letzte Occipitalsomit und die neun vorderen (1—9) Rumpfsomiten dargestellt. Die Entwickelung der Urwirbelfortsätze (ms_1 — ms_7) ist ziemlich weit vorgeschritten, und zwar hat sich der ventrale Fortsatz des Somiten 6 (ms_1) von seinem Somit losgelöst und liegt als freier Muskelspross in der vorderen Region der Extremitätenleiste. Die folgenden Sprosse sind noch mit den ihnen entsprechenden Somiten durch dünne Zellenstränge verbunden (ms_2, ms_3, ms_4...). Die ventralen Abschnitte der Urwirbelfortsätze sind kolbenförmig erweitert und besitzen epitheliale Wände und

eine Höhlung im Inneren. Solche Urwirbelfortsätze sind an den Rumpfsomiten 2 – 8 entwickelt und liegen alle im Bereiche der Extremitätenleiste.

Auf der Textfig. 3 ist ein noch etwas späteres Stadium der Extremitätenentwickelung rekonstruiert. Die Extremitätenleiste erscheint

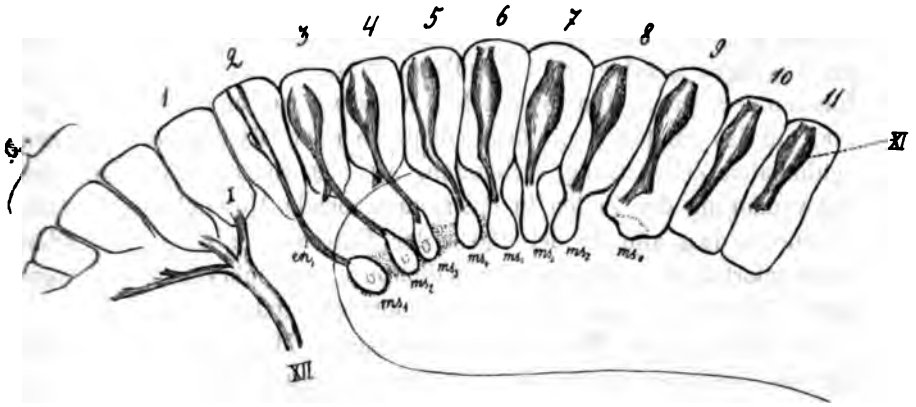


Fig. 3. Graphische Rekonstruktion der Myotome, Nerven und Muskelsprosse der vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes: 1—11 vordere Rumpfmyotome: XII_{1-4} — occipitale Wurzeln des Hypoglossus (XII); I—XI — Spinalnerven des Rumpfes; I—N. postoccipitalis; en—zum ersten Muskelsprosse gehender Spinalnerv; ms_1 — m_8 — Muskelsprosse der Extremität.

auf den Schnitten von ziemlich dichtem Mesenchymgewebe angefüllt. Anhäufungen dieses Mesenchyms, welche zur Bildung der ersten Skelettanlagen dienen könnten, finde ich noch nicht. Auf Schnitten, welche durch die Basis der Extremitätenleiste geführt sind, sind die Muskelsprosse und Extremitätennerven sichtbar: dieselben sind auf Rekonstruktion Fig. 3 im Text dargestellt.

In diesem Stadium sind die ventralen Ausläufer der vordersten fünf Myotome (1 – 5) zur Bildung der Hypoglossusmuskulatur zu einem Strang zusammengeflossen; die spinalen Nerven dieser Myotome, nämlich die erste bis vierte Hypoglossuswurzel (XII_1—XII_4) und der N. postoccipitalis (= 1-ter Rumpfnerv, N. I) verschmelzen untereinander und bilden den Hypoglossusstamm (XII). Diese Nerven besitzen im betreffenden Stadium weder dorsale Wurzeln, noch Ganglien, sind also rein motorisch. Die Myotome der neun folgenden Segmente haben Myotomfortsätze, die nach ihrer Ausbildung an der

Basis der Extremitätenleiste zu liegen kommen: die vier vordersten Fortsätze (ms—ms) haben sich bereits von den Myotomen abgelöst, so dass man auf ihre Zugehörigkeit zu den entsprechenden Myotomen nur aus dem Verlauf der Nerven (II—V) schliessen kann. Die nachfolgenden Muskelsprosse (ms_4—ms_8) stehen noch mit ihren Myotomen (10—14 resp. VI—X) in Zusammenhang. Was die Ausbildung der Muskelsprosse selbst anbetrifft, so stellt ein jeder abgelöste Fortsatz ein kugeliges Gebilde mit epithelialen Wänden und einer Höhle im Inneren dar. Die noch nicht abgelösten Sprosse zeigen dieselbe Struktur, nur ist ein jeder mit dem entsprechenden Myotom durch einen epithelialen Zellenstrang verbunden. Aus den Sprossen scheint eine Auswanderung der Zellen in das sie umgebende Mesenchym stattzufinden, so dass alle an der Basis der Extremitätenleiste liegenden Myotomfortsätze durch eine etwas dichtere, von embryonalem Mesenchym gebildete Längsschicht miteinander verbunden werden.

Das letzte einen Muskelspross besitzende Myotom ist das 14-te Myotom des Körpers oder das 9-te Rumpfmyotom. Wie aus Textfig. 3 ersichtlich, sind die Sprosse um so weniger ausgebildet, je weiter caudal sie liegen: wir können also sagen, dass die Ablösung der Sprosse, ebenso wie ihre Ausbildung, in rostro-caudaler Richtung vor sich geht.

Zu einem jeden Muskelspross der Extremität geht der ihm serial entsprechende Spinal- resp. Extremitätennerv, also zu dem vordersten Muskelspross der zweite Rumpfnerv u. s. w. Dieser 2-te Nerv besitzt ein schwach entwickeltes Ganglion; die Ganglien der folgenden Spinalnerven sind gut ausgebildet. Ein eigentlicher Plexus der Extremitiät ist noch nicht sur Ausbildung gelangt, aber an manchen Schnitten senden die Enden eines Spinalnervs zu den zwei nächstliegenden Nerven hinwachsende Nervenfasern aus, so dass wir sagen können, dass der Anfang einer Plexusbildung schon in diesem Stadium angedeutet ist. Wenn wir alles Gesagte zusammenfassen, so sehen wir in den soeben beschriebenen Stadien, dass an der Basis der embyonalen Extremität *eine Reihe von segmentalen Gebilden—die Muskelsprosse—welche von den segmentalen Spinalnerven II — IX innerviert werden, liegt.* Der Lage und Entwickelung nach sind diese Myotomsprosse (ebenso wie ihre Nerven) einander homodyname Gebilde. Wir können also sagen, dass *Nerven und Myotomsprosse*, welche in frühen Entwickelungsstadien an der Basis der Extremität

liegen, streng *metamere Gebilde sind und dass ihre Metamerie der Metamerie der Rumpfsegmente entspricht.*

Die Resultate des Studiums der Sagittalschnittserien werden auch durch die Querschnitte bestätigt. Die Figuren 2—6 Taf. I stellen eine Reihe von Querschnitten durch ein sehr wenig älteres Embryo, als dasjenige, welches zur Herstellung der Rekonstruktion Fig. 3 im Text diente, dar und alle Bildungen, welche sich bei diesem letzteren nachweisen liessen, können wir in sehr wenig modifiziertem Zustande auch auf den Querschnitten wiederfinden. Da aber die Lagebeziehungen der einzelnen Organanlagen zu einander auf den Querschnitten besser als auf den Sagittalschnitten, nach welchen die soeben beschriebenen Rekonstruktionen hergestellt sind, zu sehen sind, so erlaube ich mir, als Ergänzung zu dem soeben Geschilderten, die Beschreibung der Fig. 2—6 Taf. I hinzuzufügen.

Der vorderste Extremitätenspross des vorigen Stadiums (ms_1, Textfig. 3) liegt hier oral von der Extremitätenleiste, welche caudal von demselben sich von der Seitenfläche des Embryokörpers erhebt. Dieser Spross ist in diesem Stadium sehr klein und besitzt kein Lumen; im vorigen Stadium (Textfig. 3) wurde derselbe vom zweiten Rumpfnerv versorgt und hatte schon seine Verbindung mit dem ihm entsprechenden Myotom aufgegeben. Im gegebenen Stadium hat sich dieser Nerv (II) in zwei Aeste, einen dicken vorderen und einen sehr dünnen hinteren gespalten: letzterer ist der ursprüngliche Nerv und zieht sich noch zum Myotomspross hin; der vordere Ast ist eine Neubildung.

Alle andern Myotomsprosse der Extremitätenanlage des vorigen Stadiums liegen noch im Bereiche der Extremitätenleiste. Dieselben sind sämmtlich durch die epitheliale Anordnung ihrer Zellen und die Anwesenheit eines Lumens im Inneren leicht kenntlich.

Die vier vorderen (ms_1—ms_4) haben sich von den ihnen entsprechenden Myotomen abgelöst, die vier hinteren sind noch mit denselben (VII—X) durch dünne Zellenstränge (II) verbunden. Diese Beziehungen zwischen Myotomen, Sprossen, Nerven etc. habe ich auf der beigelegten Tabelle veranschaulicht und erlaube mir den Leser ohne Weiteres auf dieselbe zu verweisen.

Spinalnerven:	XII_1	XII_2	XII_3	XII_4	I	II	III
Zur Extremitätanlage führende Nerven:						en_1	en_2
Myotome:	1	2	3	4	5	6	7
Myotomsprosse						ms_1	ms_2

Spinalnerven:	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Zur Extremitätanlage führende Nerven:	en_3	en_4	en_5	en_6	en_7	en_8	en_9	
Myotome:	8	9	10	11	12	13	14	15
			‖	‖	‖	‖		
Myotomsprosse . .	ms_3	ms_4	ms_5	ms_6	ms_7	ms_8		

Der Abschnürungsprozess der Sprosse von den vorderen Myotomen ist also hier um ein Segment weiter vorgeschritten, als im vorigen Stadium (Textfig. 3).

Ich beginne die Beschreibung der Querschnitte mit einem durch die hintere Partie der Extremitätenanlage, nämlich durch den Myotomspross des 9-ten Rumpfsegments (Myotom 13 der Tabelle S. 17) geführten Schnitt (Textfig. 3). Auf demselben ist das Rückenmark (Med.), darunter die Chorda (Ch.) und lateral von demselben der Querschnitt des neunten (Myot.) Rumpfmyotoms sichtbar; die ventrale Partie desselben ist zu einem Muskelspross ausgewachsen (ms_9). Median zieht sich zu diesem Spross der entsprechende Extremitätennerv (e. N.) hin. Dieser Spross liegt an der Basis der Extremitätenleiste (E) lateral von dem Somatopleura; die Extremitätenleiste ist von dichtem embryonalen Mesenchymgewebe angefüllt. In der Mitte der Extremitätenanlage ist dieses Gewebe lockerer, an der Peripherie derselben dagegen, unmittelbar unter der Haut, dichter, so dass die dicht aneinander gedrängten Zellen eine die dorsale und ventrale Seite der Extremitätenleiste einnehmende periphere Schicht bilden.

Die dorsale Mesenchymschicht werden wir als dorsale Muskelanlage (D. M.), die ventrale Schicht als ventrale Muskelanlage der Extremität (V. M.) bezeichnen. Auf Fig. 2 Taf. I sehen wir, dass die dorsale Muskelanlage unmittelbar mit der lateralen Partie des Myotomsprosses zusammenhängt: man gewinnt den Eindruck, als fliesse aus dieser Stelle des Myotomsprosses ein Strom von aneinander gedrängten Zellen in die Extremitätenanlage. Auf Fig. 3 Taf. I ist der in Rede stehende Muskelspross (ms_9) bei stärkerer Vergrösserung dargestellt. Hier sehen wir, dass an seiner lateralen Partie sich ein kleiner Auswuchs (mk)—eine Muskelknospe—gebildet hat: aus dieser Stelle wandern die Zellen in die dorsale Muskelanlage aus. In der Muskelknospe besitzen die Zellen noch ihre epitheliale

Verbindung; in die dorsale Muskelanlage übergehend, büssen sie dieselbe jedoch ein, so dass diese Schicht (DM) den Charakter eines Mesenchymgewebes mit dicht aneinandergedrängten Zellen annimmt. In dem Muskelspross und in den beiden Muskelanlagen (DM, VM) bemerken wir auf den abgebildeten Schnitten (Fig. 2, 3) und auf den Nachbarschnitten zahlreiche Mitosen, so dass wir annehmen müssen, dass nicht nur die Zellen des Myotomsprosses und der Knospe, sondern auch die ausgewanderten Zellen sich rasch vermehren.

Wir können also sagen, dass bei Ascalabotes die Zellen der dorsalen Muskelanlage ihren Ursprung einem Auswanderungsprozess aus den Myotomsprossen resp.-Knospen verdanken, was vollkommen mit den von Mollier und Corning bei Lacerta gemachten Beobachtun gen übereinstimmt.

Was die Bildung der ventralen Muskelanlage (Fig. 2, VM) anbetrifft, so ist ihr Zusammenhang mit dem Myotomspross auf dem auf Fig. 2 abgebildeten Schnitt nicht zu sehen, wohl aber auf Fig. 4 Taf. I, die einen Schnitt durch den Muskelspross des achten Rumpfmyotoms (Fig. 4, ms_8) darstellt. Wir sehen den Myotomspross (ms_8), welcher eine deutlich sichtbare Höhle besitzt, dem Somatopleura dicht anliegen; die Verbindung desselben mit dem Myotom ist auf diesem Schnitt nicht zu sehen, doch kann man dieselbe auf den folgenden Schnitten der Serie verfolgen. Man sieht, wie die Zellen aus der unteren (ventralen) Partie des Sprosses in die ventrale Muskelanlage auswandern; in dieser Hinsicht stimmen also die Verhältnisse bei Ascalabotes mit denen von Lacerta (Mollier '97) überein.

Der Auswanderungsprozess scheint nicht in allen Muskelsprossen gleichzeitig zu erfolgen: auf der Serie, welcher die Figuren 2—6 Taf. I entnommen sind, finde ich, dass die Auswanderung der Zellen in die ventrale Muskelanlage von den Myotomfortsätzen der Rumpfsegmente 6, 7, 8 (Tab. 1, ms_{6-8}), in die dorsale Muskelanlage von dem Muskelspross des Rumpfsegments 9 (Tab. 1, ms_9) aus erfolgt. Da die beiden Muskelanlagen in diesem Stadium wohl ausgebildet sind, so glaube ich, dass der Auswanderungsprozess schon seinem Abschluss nahe ist. So haben wir in diesem Stadium folgende Anlagen, die von den Rumpfmyotomen, welche im Bereiche der Extremitätenleiste liegen, stammen, vor uns: 1) die Reihe von Muskelsprossen, welche ihrer Entstehung nach ventrale Auswüchse der

Myotome repräsentieren, ebenso wie diese eine metamere Anordnung besitzen und an der Basis der Extremität lateral von dem Somatopleura liegen; 2) eine die Peripherie der freien Extremität einnehmende Schicht von dichtem embryonalen Mesenchym, welche einem Auswanderungsprozess der Zellen aus den Muskelsprossen ihre Bildung verdankt und in der sich keine Spur einer Metamerie nachweisen lässt; in dieser Schicht können wir zwei Teile a) einen dorsalen, welcher von aus der lateralen Partie der Muskelsprosse ausgewanderten Zellen gebildet wird, und b) einen ventralen, der den Zellen, welche aus der ventralen Partie der Muskelsprosse auswandern, seinen Ursprung verdankt, unterscheiden.

So verhalten sich die Muskelanlagen in der caudalen Partie der Extremitätenanlage; wenn wir die Serie weiter nach vorne (oral) verfolgen, so kommen wir in eine Region, wo die Muskelsprosse sich bereits von den ihnen entsprechenden Myotomen abgelöst haben. Ein solcher abgelöster Muskelspross (nämlich der dritte, zum vierten Rumpfmyotom gehörige Extremitätenspross) ist auf Fig. 5 Taf. I bei stärker Vergrösserung dargestellt: der Spross selbst ist schon in Auflösung begriffen (ms_3) und die Zellen fangen an aus dem epithelialen Verband in das umgebende Mesenchymgewebe herauszutreten; die ursprünglich radiäre Anordnung der Zellen in dem Muskelspross ist jedoch noch deutlich sichtbar. Infolge der Auflösung der Sprosse werden dieselben von einer Schicht dichteren Mesenchyms umringt und miteinander verbunden, so dass an der Basis der Extremitätenleiste, lateral von dem Somatopleura, eine longitudinale Mesenchymschicht, in welcher die Muskelsprosse 2—6 so zu sagen eingebettet sind, liegt (vergl. Tab. S. 17). Der vorderste Myotomspross der Extremität des vorigen Stadiums (Texfig. 3) liegt in diesem Stadium ausserhalb des Bereichs der eigentlichen Extremitätenleiste, oral von derselben; er ist stark degeneriert und besitzt kein Lumen.

Die auf Fig. 2 dargestellte periphere Mesenchymschicht der freien Extremitätenanlage (DM, VM) setzt sich auch in die vordere, etwas abgeflachte Partie der Extremitätenleiste fort: ihre Lage (M) ist aus Fig. 6 Taf. I ersichtlich, welche einen Querschnitt durch die Region darstellt, in der der zweite Muskelspross der Extremität liegt. Wir sehen den vorderen, abgeflachten Teil der Extremitätenleiste (E), und an deren Basis den kleinen, schon abgelösten Muskelspross (ms_2), welcher sein Lumen noch bewahrt hat; die Extremi-

tätenleiste ist von Mesenchym angefüllt und in diesem letzteren können wir eine dichtere periphere Schicht (M), welche, wie das Studium der ganzen Serie lehrt, die unmittelbare Fortsetzung der beiden uns schon bekannten Muskelanlagen (DM, VM) der Fig. 2 bildet, unterscheiden. Die Nerven der Extremität gehen in diesem Stadium, wie in den früher beschriebenen, ein jeder zu seinem Spross: eine Teilung in dorsale und ventrale „Aeste (wie wir sie in den späteren Stadien finden werden), ist erst kaum angedeutet.

Wenn wir das soeben Beschriebene zusammenfassen, können wir sagen, dass wir in diesem Stadium das Vorhandensein 1. metamerer und 2. nicht metamerer Anlagen in der Extremität nachgewiesen haben. Die metameren Anlagen werden a) durch die Spinalnerven der Extremität, welche den Rumpfsegmenten II—X angehören und b) durch die an der Basis der Extremitätenanlage, lateral von dem Somatopleura liegenden Muskelsprosse, welche von den Myotomen II—X abstammen und sich zum Teil von ihren Myotomen losgelöst haben (ms_1—ms_4) repräsentiert. Diese Muskelsprosse beginnen sich aufzulösen und untereinander zu verschmelzen, so dass die primäre Metamerie der Muskelanlage zu verschwinden anfängt.

Aus den Muskelsprossen wandern Zellen in die Anlage der freien Extremität aus, welche einer peripheren einheitlichen Schicht, die keinerlei Metamerie aufweist, den Ursprung geben; dieses ist die Anlage der künftigen Muskulatur der freien Extremität. Skelettanlagen begegnen wir in diesen frühen Entwickelungsstadien noch nicht.

Wir sehen also, dass die ersten Anlagen, aus denen sich späterhin die Extremitätenmuskulatur entwickelt, nämlich die Muskelsprosse, streng metamere Gebilde sind: im Laufe der weiteren Entwickelung verschwindet diese Metamerie; wir werden sehen, dass man dasselbe auch von den metameren Nerven der Extremität sagen kann.

Ich wende mich jetzt einem etwas späteren Stadium zu, in dem die Anlage des Extremitätenskeletts schon deutlich erkennbar ist. Diese Skelettanlage tritt auf dem auf Fig. 7 Taf. I dargestellten Querschnitt als eine Anhäufung von dichtem embryonalen Mesenchymgewebe (sk), welche zwischen der dorsalen (DM) und der ventralen (VM) Muskelanlage der freien Extremität liegt, auf; die Bildung des Vorknorpelge webes hat in diesem Stadium noch nicht begonnen. Die Anhäufung des Mesenchyms, welche den ersten Vorläufer der Skelett-

anlage der freien Extremität darstellt, scheint unter dem unmittelbaren Einfluss der in die Extremitätenanlage eindringenden arteriellen Gefässe zu entstehen. In diesem Stadium treten nämlich folgende Gefässe in die Anlage der vorderen Extremität ein: 1) ein arterieller Stamm, der aus der Aorta dorsalis entspringt und zwischen dem siebenten und achten (vergl. Fig. 10, A. br) Extremitätennerv in das die Extremitätenanlage ausfüllende Mesenchym eintritt; sein Verlauf ist aus der Rekonstruktion Fig. 12 Taf. I ersichtlich: 2) eine gewisse Anzahl von Venen, welche von der V. cardinalis und den V. vertebrales entspringen und metamer zwischen den Nerven der Extremität in dieselbe eindringen: ich konnte das Vorhandensein solcher Venen zwischen den Nerven 4—5, 5—6 konstatieren; von den ventralen Enden der Vertebralvenen entspringen ebensolche Aeste, welche zwischen den Nerven 6 — 7, 7 — 8, 8 — 9 in die Extremitätenanlage eintreten. Die Randvenen der Extremität werden durch die zwischen Nerv 4—5 und 5—6 verlaufende radiale Randvene und die zwischen Nerv 8—9 verlaufende ulnare Randvene repräsentiert. Die Basalvene der Extremität endlich verläuft in diesem Stadium (Fig. 9, Taf. I B. v.) *dicht laleral* von den Muskelsprossen, parallel zur Körperaxe an der Basis der Extremitätenanlage.

Die Gefässe bilden in dem Mesenchymgewebe, welches sie durchsetzen, ein dichtes Geflecht von Kapillaren. In der unmittelbaren Umgebung der Art. brachialis und der aus derselben entspringenden Gefässe, also zwischen den beiden embryonalen Muskelanlagen der freien Extremität, entsteht die erste Anlage des Extremitätenskeletts in Form einer Anhäufung des die Extremitätenanlage ausfüllenden lockeren Mesenchyms (Fig. 7, Taf. I sk). Dabei macht sich in den zur Bildung des Skeletts bestimmten Mesenchymzellen eine eigentümliche Erscheinung bemerkbar: ich finde nämlich, dass viele Zellen des verdichteten Gewebes sich von den gewöhnlichen Mesenchymzellen dadurch unterscheiden, dass sie sehr grosse, mit Hämatoxylin sich fast schwarz färbende Kernkörperchen besitzen. Einige solche Zellen sind bei stärkerer Vergrösserung auf Fig. 8 Taf. I (skz) abgebildet; in vielen Zellen befinden sich mehrere von den erwähnten Kernkörperchen; in den die skelettbildenden Zellen umringenden gewöhnlichen embryonalen Mesenchymzellen (Fig. 8, Msz) finden sich keine solchen Kernkörperchen vor. Da cytologische Unter-

suchungen ausserhalb des Rahmens der vorliegenden Arbeit liegen, kann ich auf diese Erscheinung nur vorübergehend hinweisen, ohne irgend welchen Erklärungsversuch für dieselbe zu machen. Es sei dabei bemerkt, dass diese Erscheinung nur in den ersten Stadien der Skelettbildung bemerkbar ist: später verschwinden diese Kern körperchen und die Mesenchymzellen der Skelettanlage werden den übrigen embryonalen Mesenchymzellen ähnlich.

Im dichten Mesenchymgewebe, welches die erste Anlage des Extremitätenskeletts darstellt, machen sich ausserordentlich viele Mitosen bemerkbar: daraus lässt sich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit schliessen, dass die Ursache der Verdichtung des Gewebes hauptsächlich in einer *Vermehrung der Zellen in situ,* nicht aber in einem Zufluss oder einer Wanderung der Zellen von einem anderen Orte, wie dies z. B. bei der Bildung der Muskelanlagen der freien Extremität aus den Muskelknospen [1]) der Fall war, zu suchen ist Als Erklärung einer solchen erhöhten Zellvermehrung könnte vielleicht die erhöhte Ernährung der Zellen in der Nähe der in die freie Extremität eindringenden Gefässe dienen. Dabei muss ich bemerken, dass diese Erklärung mir wohl für die Tatsache der Zellenvermehrung, welche zur Verdichtung des Gewebes der primären Anlage des Extremitätenskeletts führt, sehr wahrscheinlich erscheint; sie genügt aber durchaus nicht zur Erklärung der Form, welche diese Anlage in den frühen und besonders in den späteren Entwickelungsstadien annimt; eine Erklärung für diese letzteren morphogenetischen Prozesse, d. h. dafür, dass die Skelettanlage diese und nicht eine andere Form annimmt, fehlt uns noch zur Zeit vollständig.

Was die Lage und Form der Skelettanlage anbetrifft, so sind sie aus der Kombination der Figuren 7 und 10 Taf. I, welche einen Querschnitt und einen Flächenschnitt durch die Extremität im betreffenden Stadium vorstellen, verständlich. Auf dem Querschnit sind die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen Extremitätenanlagen zu einander gut zu sehen. Dieser Querschnitt (Fig. 7) ist durch die hintere Partie der Extremität, und zwar durch das achte Rumpfsegment geführt: im Rumpfe sehen wir die Querschnitte des Rücken-

---

[1]) Oder bei Entwickelung des lockeren Mesenchyms der Extremitätenleiste (Mollier '95).

marks und der Chorda dorsalis (Fig. 7, Med., Ch.), der Niere (N) und des achten Rumpfmyotoms (Myot.). Die Extremitätenanlage ist noch nicht ventralwärts herabgebogen, so dass sie noch eine horizontale Lage einnimmt (vergl. Fig. 1, A, A und Textfig. 1). Die Seitenfalte ist an ihr deutlich sichtbar (sf.). Die ganze Extremitätenleiste ist in diesem Stadium mit ziemlich dichtem Mesenchym angefüllt, in dem die Anlagen der Muskulatur und des Skelettes sich als dichtere Anhäufungen derselben Mesenchymzellen abheben. Die Anhäufung (sk), welche die erste Anlage des Skelettes in diesem Stadium vorstellt, liegt ungefähr in der Mitte der Extremitätenanlage. Im Querschnitt hat sie eine annähernd ovale Gestalt; die Grenzen derselben lassen sich, da die histologische Beschaffenheit fast dieselbe ist, wie die des umringenden Mesenchymgewebes, nicht genau bestimmen; ich betone diese Tatsache, da in dieser Anlage nicht nur das eigentliche Knorpel- resp. Knochenskelett der freien Extremität, sondern auch ein gewisser Teil des dasselbe umringenden Bindegewebes und die Bänder etc. enthalten sind. In dieser Anhäufung (sk), ventral von der Hauptmasse derselben, welche wie die spätere Entwickelung zeigt, das eigentliche Knorpelskelett darstellt, verläuft die Art. brachialis (Art. br.) und einige kleinere, sich von ihr abzweigende Gefässe. Median von der Skelettanlage zieht sich der Extremitätenerv des betreffenden Segments (E. VIII); man kann erkennen, dass sich dieser Nerv (E VIII, Fig. 7) in zwei Aeste, einen dorsalen (Plexus superior) und einen ventralen Ast (Hauptplexus) gegabelt hat; der dorsale Ast ist jedoch noch sehr kurz.

Dorsal und ventral von der Skelettanlage finden wir die beiden uns schon von früheren Stadien her bekannten Muskelanalagen der Extremität, die dorsale (DM) und die ventrale (VM), vor; die erstere liegt dorsal von der Skelettanlage und von der Randvene der Extremität, die zweite ventral von diesen Gebilden. Dabei muss ich ausdrücklich betonen, dass beide die *Grenzen der freien Extremität* d. h. die der aus der Körperwand hervorragenden Extremitätenleiste *nicht überschreiten* und in die Rumpfregion nicht hineinragen, *so dass sie (DM, VM) sensu strictu in diesen frühen Stadien der freien Extremität angehören*. Von der histologischen Beschaffenheit der beiden Muskelanlagen lässt sich in diesem Stadium nur wenig sagen: dieselben bestehen aus dicht aneinander gedräng-

ten Mesenchymzellen, welche sich sonst in nichts von den übrigen Mesenchymzellen der Extremitätenanlage unterscheiden.

Median von der Basalvene (Bv) und vom Extremitätennerv (E VIII, Fig. 7 Taf. I), zwischen denselben und dem Somatopleura, liegt die dritte Muskelanlage der Extremität, welche wir als die mediane Muskelanlage bezeichnen werden (Fig. 7, MM). Ihre Entstehung verdankt dieselbe den Muskelsprossen der an der Basis der Extremitätenleiste liegenden Myotome, die sich in diesem Stadium miteinander vereinigt haben und eine zusammenhängende Schicht, welche median von der Anlage des Extremitätenskeletts liegt, bilden. *Diese Muskelanlage liegt also, im Gegensatz zu den beiden anderen Muskelanlagen der Extremität (DM, VM), von Anfang an in der Rumpfregion.*

Auf der Fig. 9 Taf. I ist ein mehr oral liegender Schnitt derselben Serie abgebildet, der durch den sechsten Extremitätenerv (E VI) geführt ist und das Verhalten der soeben beschriebenen Anlagen in der vorderen Partie der Extremität illustriert. In der Extremitätenleiste lässt sich der Extremitätennerv VI, die Basalvene (Bv), und zwischen ihnen und dem Somatopleura der Querschnitt der medianen Muskelanlage (MM) erkennen. Von der Mesenchymanhäufung, welche in der hinteren Partie der Extremität (Fig. 7) das Skelett repräsentiert, ist in dieser Region nichts zu sehen; die beiden Muskelanlagen der freien Extremität (DM, VM, Fig. 7) haben sich zu einer einheitlichen Schicht vereinigt und diese Schicht (M, Fig. 9 Taf. I) zieht sich, dicht unter der Haut liegend, bis zur Kopfregion hin.

Das von uns beim Studium der Querschnitte Ermittelte wird durch die Beobachtung der Flächenschnitte durch die Extremitätenleiste dieses Stadiums ergänzt. Die Fig. 10 Taf. I ist ein Kombinationsbild aus zwei aufeinanderfolgenden Schnitten durch die linke Vorderextremität eines Embryos dieses Stadiums. In der Rumpfregion lassen sich die Chorda dorsalis (Fig. 10, Ch) und neben ihr die Sklerotome der Rumpfsegmente erkennen; der Schnitt geht durch die ganze Skelettanlage der Extremität, welche dieselbe mesenchymatöse Struktur (Fig. 10, Sk) aufweist wie auf den soeben beschriebenen Querschnitten. Diese Figur 10 mit dem Querschnitt Fig. 7 kombinierend, können wir uns ein deutliches Bild der Form der Skelettanlage (Sk) machen: *wir finden, dass diese Anlage die Form eines dicken, kurzen, runden Stabes hat, welcher ganz im Bereiche*

der freien Extremität (Extremitätenleiste) liegt. An der medianen Seite dieses Skelettstabes tritt die Art. brachialis in die Extremitätenleiste ein und verläuft ventral von demselben bis zum Rande der Extremität; dabei kreuzt sie die Axe der Skelettanlage in einem spitzen Winkel. Ebenfalls von der medianen Seite der Skelettanlage her treten die Nerven in die Extremität ein: auf der Fig. 10 erkennen wir die ventralen Aeste der Nerven des V-ten bis X-ten Rumpfsegments (Hauptplexus); der Extremitätenast des IV-ten Nervs ist von diesen Schnitten nicht getroffen. Auf der Fig. 10 sieht man deutlich, wie diese Nerven in die Extremitätenbasis eintretend, mit ihren distalen Enden konvergieren, so dass die vorderen in caudaler (E V—E VIII), die hinteren (E IX, E X) in oraler Richtung verlaufen.

Der X-te Rumpfnerv beteiligt sich nur insofern an der Innervation der Extremität, als er einen vorderen Verbindungsast (Fig. IX, Taf. I EX) zum Stamm des IX-ten Nervs entsendet; der Rest des zehnten Nervs geht, wie die caudal von ihm ligenden Nerven zur Rumptmuskulatur und ist, wie diese, ein wahrer Rumpfnerv.

In diesem Stadium können wir den Anfang der Bildung des Plexus brachialis beobachten, nämlich die Bildung des Hauptplexus: dieselbe besteht einfach darin, dass die Nerven bei dem in distaler Richtung vor sich gehenden Wachstum sich mit ihren Enden zusammenlegen, was eine Vermischung ihrer Fasern zur Folge hat. Dieser Vorgang ist aus Fig. 11, welche nach einem Schnitt aus einer anderen Serie desselben Stadiums bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet ist, besser ersichtlich: man sieht hier die Vereinigung der distalen Enden des Nervenstammes VIII (E VIII, Fig. 11, Taf. I) mit dem Ende der verschmolzenen Nerven IX—X (E IX—X); die Enden der Nerven wachsen in dem sie umringenden dichten Mesenchymgewebe in distaler Richtung gegen einander, so dass die Fasern sich kreuzen und vermischen. Zwischen den beiden Nervenstämmen sehen wir die Muskelsprosse des 8-ten Rumpfsegments. Die Enden der Nerven sind so zu sagen aufgelockert, so dass die Fasern wie die Strahlen eines Fächers divergieren. Der aus der Vermischung der beiden in Rede stehenden Nerven entstehende Stamm stellt den künftigen N. brachialis longus inferior (a), die caudalwärts gerichteten Fasern (b) den N. ulnaris dar. Vom morphologischen Standpunkte verdankt die Bildung der polyneuren, d. h. aus mehreren Nervensegmenten

entstehenden Nervenstämme, ihren Ursprung der konvergenten Wachstumsrichtung der einzelnen segmentalen Nerven, welche sich dabei aneinanderlegen, was die Vermischung ihrer Fasern zur Folge hat; es findet jedoch gewiss auch ein aktives Wachstum der einzelnen Nervenfasern statt, bei welchem sich dieselben als autonome Gebilde verhalten, was die frühe Sonderung der einzelnen Nerven z. B. des N. ulnaris, welcher von Anfang an einen selbständigen Verlauf nimmt, beweist.

Was die Differenzierung und den Verlauf der proximalen Abschnitte der Extremitätennerven anbetrifft, so lässt sich dies am besten auf den Sagittalschnitten erkennen. Auf Textfigur 4 gebe ich den nach

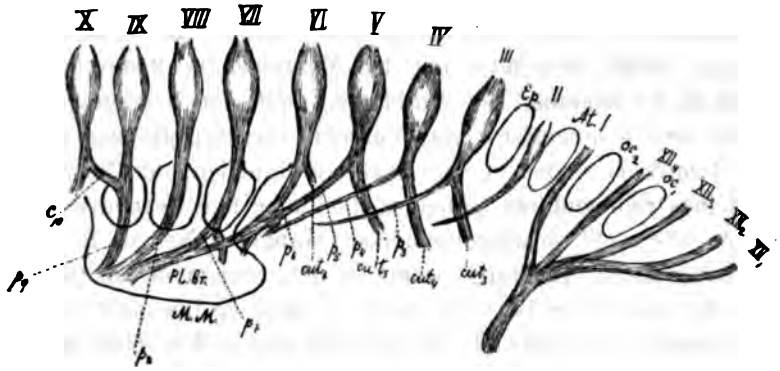


Fig. 4. Graphische Rekonstruktion der Occipital- und der vorderen Rumpfnerven eines Embryos von Ascalabotes (von der medianen Seite dargestellt). XII_1—XII_4 occipitale Wurzeln des Hypoglossus; I—X vordere Spinalnerven des Rumpfes; oc_1, oc_2 occipitale Wirbelbogen; At. Wirbelbogen des Atlas; Ep. Wirbelbogen des Epistropheus; übrige Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

einer Sagittalschnittserie rekonstruierten Verlauf der Nerven in einem nur sehr wenig älteren Stadium, wo die Plexusbildung schon deutlich erkennbar ist, wieder. Um die vor sich gegangenen Veränderungen zu begreifen, vergleiche man diese Figur mit der ein früheres Stadium darstellenden Figur 3 im Text. Der Stamm des Hypoglossus wird von denselben Nerven, wie in dem auf Textfig. 3 abgebildeten Stadium, d. h. von den vier Occipitalnerven (XII_{1-4}) und dem N. postoccipitalis (I) gebildet. In diesem Stadium (Fig. 4 im Text) nimmt die Bildung der Anlagen der Wirbelbögen aus den Sklerotomen ihren Anfang, wobei die beiden ersten Wirbelbögen (oc_1, oc_2) zwischen den Hypoglossuswurzeln XII_2 und XII_4, und XII_4 und

dem N. postoccipitalis (I) liegen, also dem Kopfe angehören und als Occipitalbögen zu bezeichnen sind. Die zwei folgenden Wirbelbögen repraesentieren also den Atlas (At.) und den Epistropheus (Ep.); die Wirbelkörper aller dieser Bögen (wie auch der folgenden) sind noch nicht ausgebildet.

Wichtig sind die in den Hals- und Rumpfnerven (II, III, IV etc.) vor sich gegangenen Veränderungen. In dem Stadium der Textfig. 4 war noch keine deutliche Plexusbildung zu bemerken und die vorderen Rumpfnerven gingen ein jeder zu seiner Muskelknospe; jetzt ist ein deutlicher Plexus, welcher von den Nerven V—X gebildet wird, vorhanden. Die Muskelsprosse sind zu einer einheitlichen Schicht, welche an der Basis der Extremität, median von den Extremitätennerven, liegt, verbunden: diese Schicht, die mediane Muskelanlage (MM), steht noch mit den Myotomen 6—9 durch Zellenstränge in Verbindung; die Verbindung mit den vorderen Myotomen ist bereits aufgelöst. Die Wurzeln des Hypoglossus und der erste Rumpfnerv haben keine dorsalen Ganglien, der Nerv II hat ein kleines rudimentäres Ganglion, die hinter ihm liegenden Nerven besitzen alle wohl entwickelte dorsale Ganglien. Nervus II verläuft in ventrocaudaler Richtung, wobei er den Stamm des dritten Nerven (cut_3) kreuzt; er ist sehr dünn, so dass ich ihn nicht weit verfolgen konnte. Der Nerv III hat sich bei seinem Wachstum in distaler Richtung in zwei Stämme, nämlich in einen dicken vorderen (cut_3), welcher in ventraler und oraler Richtung, und in einen dünnen hinteren (p_3), der in ventraler und caudaler Richtung verläuft, gegabelt. Ein Hinweis auf diese Gabelung ist schon in dem früheren Stadium (Textfig. 3) erkennbar, nur war dort das Grössenverhältnis der beiden Stämme ein umgekehrtes, und zwar war der hintere Stamm dicker als der vordere. Wir können mit Bestimmtheit sagen, dass der dünne hintere Stamm (p_3) des N. III im Stad. der Textfig. 4 dem primären, zum Muskelspross gehenden Stamm des N. III der Textig. 4 entspricht, der dickere vordere aber eine Neubildung darstellt (cut_3). Man kann gleichfalls annehmen, dass sich der *vordere Stamm (cut_3) progressiv entwickele, der primäre hintere (p_3) dagegen atrophiere.* Ganz ebenso verhält sich der vierte Nerv (IV): er ist in zwei Aeste, einen dicken vorderen (cut_4), und einen dünnen hinteren (p_4), der den primitiven, in den vorigen Stadien zum Muskelspross ziehenden Nerv vorstellt, zerfallen. Ob sich dieser Nerv (p_4) in dem in Rede

stehenden Stadium an der Bildung des Plexus brachialis beteiligt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen; in etwas späteren Stadien ist seine Verbindung mit dem Nervenstamm (p_5), also seine Anteilnahme an der Bildung des Pl. brachialis ganz ausser Zweifel. Auf der Serie, nach der die Rekonstruction Textfig. 5 angefertigt wurde, konnte ich diese Verbindung der ausserordentlichen Feinheit des Nerven p_4 halber nicht mit Sicherheit nachweisen.

Die folgenden zwei Nerven V und VI zerfallen auch in je einen vorderen (cut_5, cut_6) und einem hinteren (p_5, p_6) Ast; die beiden hinteren Aeste (p_5, p_6) vereinigen sich zur Bildung der ersten Ansa (dieses Stadiums) des Pl. brachialis. Alle vorderen Aeste (cut_3—cut_6) nehmen einen oberflächlichen Verlauf, liegen also lateral von den entsprechenden hinteren (p_3 — p_5) Aesten. In diesem Stadium besteht der Plexus aus den Nerven V, VI, VII, VIII, IX, und X, enthält also mindestens sechs, wahrscheinlich aber (N. IV) sieben Segmenten des Körpers angehörende Nerven, *ist also im Vergleich mit dem Plexus der erwachsenen Autosaurier ein polymeres Gebilde.*

Wir haben schon oben die allgemeine Richtung der Nerven, welche in die Extremität eindringen, besprochen und haben gesehen, dass diese Richtung für die Bildung des Extremitätenplexus von Belang ist. Jetzt müssen wir die Bedeutung der Nervenäste p_3, p_4 kurz besprechen. Wir haben gesehen, dass ich in dem in Rede stehenden Stadium die Angehörigkeit des N. p_4 zum Pl. brachialis nicht mit Sicherheit konstatieren konnte; in einem etwas späteren Stadium, wie z. B. in dem auf Fig. 26 dargestellten, ist die Verbindung von p_4 mit dem Plexus jedoch vollkommen zweifellos (Fig. 26, p_4): es tritt nun die Frage an uns heran, ob die embryolgischen Tatsachen nicht eine phylogenetische Bedeutung haben, oder mit anderen Worten, ob der Pl. brachialis bei den Vorfahren der Autosaurier nicht aus einer grösseren Anzahl von Aesten, als wir es jetzt bei den erwachsenen Formen finden, bestand?

Ich muss im Voraus sagen, dass ich die eingehende Besprechung dieser Frage bis zum vergleichend-anatomischen Teil dieser Arbeit verschieben möchte, wo sie im Zusammenhange mit dem, was wir über die Plexusbildung der übrigen Vertebraten wissen, erörtert werden kann, an dieser Stelle will ich die Aufmerksamkeit des Lesers jedoch auf diejenigen von den dargelegten Tatsachen, welche für ihre Lösung wichtig sind, lenken.

Wir wissen nämlich, 1) dass bei Ascalabotes acht Myotome des Rumpfes Muskelsprosse, die in frühen Entwickelungsstadien alle im Bereiche der Extremitätenleiste liegen, bilden und wir müssen, allen entwickelungsgeschichtlichen Tatsachen nach zu urteilen, annehmen, dass alle diese Muskelsprosse untereinander homodyname Gebilde sind; wir haben gesehen, wie aus den hinteren von ihnen (6—9) sich die Anlagen der primären Muskulatur der freien Extremitäten bilden und wie die Muskelsprosse selbst, nach Abgabe dieses Muskelmaterials, zur Bildung der medianen Muskelanlage der Extremität verschmelzen.

2) Zu einem jeden Muskelspross geht ursprünglich je ein Spinalnerv (II—IX); wie wir soeben gesehen haben, bilden die zur Extremität gehenden Zweige der Nerven IV—X, also sieben Nervensegmente den eigentlichen Plexus brachialis des Embryos, aber auch die oral von ihnen liegenden Nerven II und III zeigen eine grosse Aehnlichkeit mit den eigentlichen Extremitätenerven: ebenso wie diese letzteren, ziehen sie sich in frühen Entwickelungsstadien zu den Muskelknospen hin; auch nehmen sie einen den Nerven p_4, p_5 sehr ähnlichen Verlauf und endlich sind es Bildungen, welche auf dem Wege zur Reduktion stehen. All dieses scheint zu Gunsten der Ansicht zu sprechen, dass auch die Nerven II und III sich ursprünglich an der Innervation der vorderen Extremität beteiligten, mit anderen Worten, dass die Extremität bei den Vorfahren der Reptilien (wie wir sehen werden, wahrscheinlich auch bei den Vorfahren aller Pentadactylier) aus einer grösseren Anzahl von Segmenten bestand und sich weiter nach vorne (oral) erstreckte, als wir es bei den rezenten Formen der Autosaurier finden.

Wir müssen jetzt zu einem etwas späteren Stadium, in welchem die Extremität die auf Fig. 1 B, B_1 dargestellte Form besitzt, übergehen. Die morphologischen Beziehungen der einzelnen Anlagen der Extremität zu einander sind im allgemeinen dieselben: wir finden die drei schon beschriebenen Muskelanlagen, nämlich die dorsale, die ventrale und die mediane Anlage in denselben allgemeinen Lagebeziehungen zum Extremitätenskelett und zu den Nerven, wie in den früheren Stadien, wieder. In dem Grade der Ausbildung der einzelnen Anlagen sind jedoch bedeutende Veränderungen vor sich gegangen.

Was die histologische Differenzierung der einzelnen embryonalen

Gewebe anbetrifft, so hat dieselbe bedeutende Fortschritte gemacht. Wir haben gesehen, dass die Muskelanlagen in den vorigen Stadien aus embryonalem Mesenchym, in welchen keine besondere Differenzierung bemerkbar war, bestanden. Jetzt bestehen beide Anlagen der freien Extremität, die dorsale und die ventrale, aus dicht zusammengedrängten, langen, spindelförmigen Zellen mit ovalen Kernen, welche grösstenteils eine bestimmte Orientierung besitzen: ihre Längsaxe erstreckt sich nämlich im allgemeinen der Extremitätenaxe paralell. Meistens weist eine jede Zelle einen einzigen, länglich-ovalen Kern auf; Zellen mit zwei Kernen kommen auch vor, sind aber noch verhältnissmässig selten. Diese Veränderungen stellen offenbar den ersten Schritt zur Bildung von Muskelfasern dar. Die hystologische Differenzierung besteht nicht nur in der Formveränderung der einzelnen Zellen, sondern in einer bestimmten Orientierung der Zellen zur Axe des betreffenden Organs, mit anderen Worten, in einer *bestimmten Wachstumsrichtung* der Zellen.

Die die Muskelanlagen umringenden Mesenchymzellen behalten dabei ihr sternförmiges Aussehen bei, werden also von den Ursachen, welche die Zellen der Muskelanlage sich in einer bestimmten Richtung (nämlich paralell zur Längsaxe der Extremität) zu orientieren zwingen, nicht beeinflusst. Wenn wir eine hypothetische Voraussetzung darüber machen wollen, was diese Ursache sein kann, so haben wir zwischen zwei Möglichkeiten zu wählen: entweder müssen wir die Ursache der hystologischen Differenzierung in einem bestimmten Reiz, welcher nur die Zellen der Muskelanlagen betrifft und die übrigen Zellen unberührt lässt, suchen, oder wir müssen dieselbe in die Zellen der Muskelanlagen selbst verlegen und annehmen, dass dieselben eine gewisse inhärente spezifische Beschaffenheit besitzten, infolge derer sie sich bei der Entwickelung anders als die übrigen Mesenchymzellen verändern. Vielleicht könnten in dem vorliegenden Fall beide diese Ursachen tätig sein: wenn wir nämlich die ganze Entwickelung der Muskelanlagen der Extremität, und besonders die Tatsache in Betracht ziehen, dass die Elemente, welche zur Bildung der Extremitätenmuskulatur dienen, aus der allgemeinen Anlage der Körpermuskulatur, den Rumpfsomiten auswandern, so kann uns das auf den Gedanken bringen, dass die histologische Differenzierungsfähigkeit der sich in Muskelfasern verwandelnden Zellen eine allgemeine *spezifische* Eigenschaft dieser Anlage ist, so dass alle von ihr ab-

stammenden Zellen sich in Muskelfasern umzuwandeln praedestiniert sind.

Bei einer anderen Erklärung wäre das Stattfinden eines komplizierten Auswanderungsprozesses der Zellen aus den Muskelknospen in die Extremitätenlage schwer denkbar.

Andererseits ist es wohl möglich, dass die *Orientierung* der sich bildenden Muskelzellen, d. h. die Lage, welche dieselben in der Extremität einnehmen, ein korrelativer Prozess ist und von der Entwickelung der anderen Anlagen der Extremität abhängt. Es sei bemerkt, dass ich hier nur auf die Möglichkeit, diese äusserst wichtige Frage zu lösen, hinweise und die hier geäusserte Ansicht nicht als eine positive Lösung ansehe: eine solche wäre nur auf experimentellem Wege (den neuerdings Braus betreten hat), zu erwarten.

Auf der Rekonstruktion Fig. 12, Taf. I sind die Muskelanlagen nicht abgebildet: wir sehen sie aber auf den zwei Flächenschnitten Fig. 13 und 14, welche derselben Serie, nach der die Rekonstruktion angefertigt wurde, entnommen sind. Wir sehen auf Fig. 13 den proximalen Teil der dorsalen Muskelanlage, welcher von den aus dem Pl. brachialis superior stammenden Nerven durchsetzt ist; die longitudinale Anordung der Zellen ist der Richtung des Schnittes wegen nicht zu sehen; die Muskelanlage liegt nur im Bereiche der freien Extremität und erstreckt sich noch nicht in die Rumpfregion hinein. Die ventrale Muskelanlage (VM) ist auf Fig. 14 dargestellt: ebenso, wie die dorsale, liegt sie ganz im Bereiche der freien Extremität. Auf derselben Figur ist auch die mediane Muskelanlage (MM), welche median von der Anlage des Coracoids liegt, sichtbar. Diese Anlage, welche, wie wir wissen, von den zusammengeflossenen Muskelsprossen abstammt, die das Muskelmaterial für die Bildung der Anlagen der freien Extremität abgegeben haben, bildet die unmittelbare Fortsetzung der ventralen Rumpfmuskulatur (RM) und die Richtung der embryonalen Muskelfasern in ihr ist dieselbe, wie in dieser letzteren. Die histologische Differenzierung ist in der medianen Muskelanlage weiter vorgeschritten, als in den Anlagen der freien Extremität, und hier finde ich lange embryonale Muskelfasern mit mehreren Kernen vor; eine Querstreifung der Muskelfasern ist noch nicht ausgebildet.

Die Anlage MM ist mit den Myotomen 7 und 8 durch Zellen-

stränge, Reste der ursprünglichen Muskelsprosse, verbunden; mit der dorsalen Partie des 9-tem Myotoms hängt sie unmittelbar zusammen. Spuren ihrer ursprünglichen Segmentierung lassen sich an derselben nicht nachweisen.

Die histologische Differenzierung des Skeletts ist in diesem Stadium gleichfalls weiter vorgeschritten: das Skelettgewebe kann man zwar noch nicht als Vorknorpel bezeichnen, aber es steht demselben schon sehr nahe. Dasselbe besteht aus sehr dicht (viel dichter als in den vorigen Stadien) gedrängten Zellen mit rundlichen oder ovalen Kernen; die Grenzen der einzelnen Zellen sind dabei selbst auf sehr dünnen Schnitten sehr undeutlich, wodurch die ganze Anlage ein homogenes Aussehen gewinnt. Das Gewebe der Skelettanlage grenzt sich ziemlich deutlich von dem dasselbe umgebenden Mesenchym ab, so dass die Form der ganze Anlage sich viel besser als im vorigen Stadium bestimmen lässt. Die ganze Skelettanlage der Extremität stellt babei eine vollkommen einheitliche Bildung dar und die einzelnen Abschnitte lassen sich nur der Form nach von einander abgrenzen. Auf der Rekonstruktion Fig. 12, Taf. I ist die Lage des Skeletts und der Verlauf der Nerven und Hauptgefässe der Extremität wiedergegeben.

Auf der Rekonstruktion Fig. 12 sind beide Plexi rekonstruiert. In den Nerven finden wir bedeutende und, wie mir scheint, wichtige Veränderungen vor. Die Extremität wird von denselben Nervenstämmen wie im vorigen Stadium (N. N. V—X) innerviert; eine Beteiligung des vierten Rumpfnervs an der Bildung des Extremitätenplexus konnte ich, wahrscheinlich infolge der für diesen Zweck ungünstigen Schnittrichtung, nicht konstatieren. In den vorigen Stadien haben wir gesehen, dass ein jeder Extremitätennerv, in die Extremitätenleiste eintretend, sich in zwei Aeste, einen dorsalen und einen ventralen, teilte; wir sahen auch, wie die distalen Enden der seriell benachbarten Nerven des Hauptplexus sich aneinanderlegten und wie die Verflechtung ihrer Fasern begann (Fig. 11); dasselbe konnten wir auch an den dorsalen Aesten der Extremitätennerven sehen.

Im vorliegenden Stadium ist dieser Prozess der Plexusbildung bedeutend vorgeschritten und aus sämmtlichen dorsalen Aesten der Extremitätenerven hat sich ein Pl. brachialis superior, von dem die N. brachiales superiores (Fübringer) abstammen, aus sämmt-

lichen ventralen Aesten ein Pl. brachialis inferior s. Hauptplexus, von dem die NN. brachiales inferiores der Extremität entspringen, gebildet.

Jetzt sind die Nerven, welche in die freie Extremität eintreten, nicht mehr einfache, sondern polyneure Gebilde, in dem Sinne, dass die Fasern eines bestimmten Nervenstammes nicht mehr, wie in den frühen Stadien, aus einem einzigen Nervensegment, sondern aus mehreren Segmenten stammen.

Betrachten wir jetzt diese Nervenplexi und die aus ihnen entspringenden Nerven etwas genauer. Aus dem oberen Plexus (Pl. br. s.) gehen fünf Nerven, welche alle dorsal von der Skelettanlage verlaufen [1]), hervor.

Der vorderste dieser Nerven verläuft, die proximale Partie der dorsalen Muskelanlage durchsetzend, in unmittelbarer Nähe des

[1]) Ehe wir mit der Beschreibung der Entwickelung und Differenzierung der einzelnen Extremitätennerven und Muskeln beginnen, muss ich folgendes über die Bezeichnungen der Nerven bemerken: ich bezeichne meistens die Nervenanlagen der Embryonen in frühen Stadien mit den Namen, welche die aus diesen Anlagen sich entwickelnden Nerven bei dem erwachsenen Tier tragen, obgleich sie bei dem Embryo oft nicht denselben Verlauf und dieselbe Verbreitung, wie bei dem erwachsenen Tier haben. Bei der Beschreibung meiner Beobachtungen gehe ich von den früheren Stadien zu den späteren über, bei der Untersuchung schlug ich selbstverständlich den umgekehrten Weg ein, indem ich die einzelnen Nervenäste zuerst an den späteren Stadien, wo sie denjenigen des erwachsenen noch sehr ähnlich sind, untersuchte und dann allmählig, Schritt für Schritt, zu den ausgebildeten Stadien überging, so dass ich die Homologisierung bis auf sehr junge Entwickelungsstadien durchführen konnte. Bei der Beschreibung der Nervenentwickelung gebe ich nur die Resultate dieser Vergleichung, nicht aber den mühseligen Weg, auf dem ich zu diesen Resultaten gelangte, wieder. Wie der Leser sehen wird, differenzieren sich die Nerven sehr früh, so dass es schon bei sehr jungen Stadien möglich ist die einzelnen Nerven zu benennen. Für die Muskelanlagen, welche sich viel langsamer differenzieren, so dass eine einzige Anlage selbst in späteren Stadien einer ganzen Gruppe von Muskeln des erwachsenen Tieres entspricht, war dieselbe Bezeichnungsweise, welche für die Nerven angenommen wurde, unbequem, da man zu lange Bezeichnungen einführen müsste, und darum führte ich eine Reihe von topographischen Bezeichnungen ein, wobei die einzelnen Muskelanlagen ihrer Lage nach benannt sind (dorsale, dorsolaterale, mediane etc.). Ich muss hinzufügen, dass die Aufgabe, die Entwickelung der Muskeln und Nerven im Detail von den ersten Stadien an bis zum ausgebildeten Zustand zu erforschen, eine äusserst schwierige ist, nicht nur infolge der (sehr grossen) technischen Schwierigkeiten, sondern auch darum, weil keine Vorarbeiten auf diesem Gebiete vorhanden sind.

Skeletts, und endet dicht unter der Haut in der Region, wo die Extremität in den Rumpf übergeht: es ist die Anlage des N. deltoideus clavicularis (d. cl.) des erwachsenen Tieres; der auf Fig. 13, Taf. I dargestellte Schnitt ist fast der Länge nach durch diesen Nerv geführt (Fig. 13, d. cl.). Caudal und dorsal vom Deltoideus clavicularis entspringt aus dem Plexus ein ziemlich langer Nerv, der oberflächlich, unmittelbar unter der Haut, in distaler Richtung die Skelettaxe kreuzend verläuft und zur radialen Seite der Extremität geht (Fig. 12, inf. a.): dies ist der N. infraanconeus. Der Schnitt Fig. 13 ist ventral von der Ursprungstelle dieses Nervs geführt und der Infraanconeus ist von ihm nicht getroffen. Caudal vom N. infraanconeus liegt ein kurzes Nervenstämmchen, welches den N. scapulo-humeralis profundus (Fig. 12, sc. h. pr.) vorstellt; der auf diesen letzteren folgende Nerv, ein ziemlich ansehnlicher Stamm (Fig. 12—13, br. l. s.), welcher in seinem distalen Verlauf die Extremitätenaxe in einem schiefen Winkel kreuzt, ist der N. brachialis longus superior. Endlich caudal vom Brachialis longus superior entspringt vom Plexus brachialis superior ein sehr kurzes Nervenstämmchen, der N. anconeus (Fig. 12, 13, an.). Bemerkenswert ist der allgemeine Verlauf dieser Nerven in diesem sehr frühen Entwickelungsstadium: sie ziehen sich alle von der postaxialen Seite der Extremität zur præaxialen hin und kreuzen die Extremitätenaxe (vergl. unten) in einem mehr oder weniger spitzen Winkel.

Die Nerven, welche aus dem Pl. brachialis inferior entspringen, sind länger und stärker als die soeben beschriebenen Aeste des Pl. brachialis superior. Vor dem Stamm der untereinander verschmolzenen Nerven V—VI, median vom proximalen Teil der Skelettanlage (Coracoidanlage), bemerken wir einen ventralwärts verlaufenden und bald mit einem, vom Stamm des N. VII entspringenden Ast zu einem ansehnlichen Nervenstamm zusammenfliessenden (Fig. 12, 13, spc.) Nerv. Derselbe verläuft ventral- und oralwärts an der medianen Seite der Coracoidanlage und tritt endlich, letztere durchsetzend, an die Oberfläche des Körpers durch: eine Homologisierung desselben ist infolge dieser Beziehung zu der Coracoidanlage ein leichtes: es ist der N. supracoracoideus. Auf der Fig. 12 ist der proximale Teil desselben abgebildet. Nach Abgabe des N. supracoracoideus verschmilzt der N. V—VI mit dem N. VII und dann mit den NN. IX—X (Taf. I, Fig. 12) zur Bildung der Hauptstämme der NN. bra-

chiales inferiores. Ventral von diesem Hauptstamm (Taf. I, Fig. 14, pm.) entspringt ein dicker Nerv, welcher in den proximalen Abschnitt der ventralen Muskelanlage eindringt: dies ist die Anlage des künftigen N. pectoralis. Der Hauptstamm der NN. brachiales inferiores zerfällt in zwei Hauptäste, einen vorderen (praeaxialen) und einen hinteren (postaxialen); der erstere zieht sich ventral von dem Humerusabschnitt der Extremitätskelettanlage, in der Richtung der Radiusanlage: es ist die Anlage des N. brachialis longus inferior (br. l. in.), von welchem sich sehr bald ein radialwärts gerichteter Nerv (cbr, Fig. 12), der Coracobrachialis der späteren Stadien, abzweigt. Nach Abgabe des Coracobrachialis verläuft der Brachialis longus inferior als dicker Nervenstamm in distaler Richtung bis in die Region des Zeugopodiums: die Aeste, in welche er während späterer Stadien zerfällt, sind zur Zeit noch nicht ausgebildet. Der hintere (postaxiale), aus dem gemeinsamen Stamm der NN. brachiales inferiores entspringende Stamm (Fig. 12) ist der N. ulnaris, der sehr bald in seine zwei Hauptäste, den N. ulnaris superficialis, welcher sich eben zu bilden anfängt, und den N. ulnaris profundus (ul. pr.), welcher an der hinteren ventralen Fläche des Ulnar abschnittes der Skelettanlage verläuft, zerfällt.

Wir sehen, dass in diesem noch sehr frühen Entwickelungsstadium das Nervensystem der freien Extremität bereits die Hauptzüge, welche für Extremität der Quadrupeda charakteristisch sind, offenbart. Aber neben diesen, auf eine höhere Organisation hinweisenden Zügen begegnen wir auch Merkmalen, welche als Reste eines niedrigeren Entwickelungstypus anzusehen sind. Auf diese Schlussfolgerungen aus den eben dargelegten Beobachtungen werden wir weiter unten näher zurückkommen, wenn wir die Entwickelung des Extremitätenskeletts erforscht haben werden. Vorläufig sei nur die Tatsache hervorgehoben, dass die Extremitätennerven sich in proximodistaler Richtung entwickeln, d. h. dass die proximalen Aeste der Nerven sich früher als die distalen ausbilden.

Im vorigen Stadium hatte die mesenchymatöse Anlage des Extremitätenskelettes die Form eines einfachen Skelettstabes, der völlig *im Bereiche der freien Extremität lag*. Nun sind am distalen Ende dieses Stabes zwei divergierende, ebenfalls stabförmige Auswüchse zur Ausbildung gelangt, so dass die ganze Anlage die Form einer Gabel mit zwei Zinken, einer an ihrem distalen Ende verbreiteten

längeren hinteren (postaxialen) und einer kürzeren vorderen (praeaxialen), angenommen hat (Fig. 12, Taf. I). Der Lage nach können wir die einzelnen Abschnitte dieser noch geweblich vollkommen einheitlichen Anlage bereits mit den Skelettstücken der Extremität des erwachsenen Tieres vergleichen; infolge dieser morphologischen und histologischen Einheintlichkeit der Skelettanlage kann man jedoch nur von „Skelettabschnitten", nicht aber von gesonderten Skelettteilen reden, und die Grenzen der einzelnen Abschnitte nur annähernd angeben. Der proximale Abschnitt unserer gabelförmigen Skelettanlage (der Stiel der Gabel) entspricht einem Teil des Schultergürtels und dem Stylopodium, die beiden Zinken der Gabel dem Zeugo- und dem proximalen Teil des Autopodiums. Wie aus der Fig. 12 ersichtlich, geht die Axe des Extremitätenskeletts in diesem Stadium deutlich durch den Stiel und die hintere Zinke unserer Gabel, also durch die Anlage des Humerus und die Ulna resp. den ulnaren Teil des Autopodiums.

Betrachten wir jetzt diese Skelettabschnitte etwas genauer: vom Schultergürtel ist nur der ventrale Abschnitt, d. h. die Anlage des Coracoids deutlich ausgebildet (Taf. I, Fig. 12, 14, Cr. a); auf der Fig. 14, welche einen ventral von der Skelettanlage der freien Extremität geführten Schnitt darstellt, sehen wir die sehr dichte Mesenchymanhäufung (Cr. a.), welche die Coracoidanlage in der Rumpfregion repraesentiert, liegen. Median von derselben befindet sich der N. supracoracoideus (spc) und die mediane Muskelanlage (MM.), lateral der N. pectoralis (p. m.) und die ventrale Muskelanlage (V. M.). Oral von der Coracoidanlage zieht sich die subcutane Mesenchymschicht (mes), welche wir schon in früheren Stadien gesehen haben und welche man auf der Serie bis in die Kopfregion hinein verfolgen kann. Die Serie in dorsaler Richtung verfolgend, finde ich, dass die Coracoidanlage kontinuirlich in den proximalen Abschnitt (H. a., Fig. 12) der Skelettanlage der freien Extremität, d. h. in das Stylopodium übergeht.

Dorsal von der Anlage der freien Extremität, an der Stelle, wo sich später im Rumpfe die Anlage der Scapula bildet (Fig. 13), lassen sich in diesem Stadium noch keine morphologisch differenzierten Skelettanlagen (selbst in Form von noch histologisch nicht differenzierten Mesenchymanhäufungen) nachweisen, so dass wir sagen können, dass der Scapularabschnitt des Schultergürtels sich zu dieser

Zeit noch nicht differenziert hat und dass überhaupt die Scapula sich später, als das Coracoid bildet; die Stelle, wo späterhin die Scapula zur Anlage kommt, können wir ziemlich genau aus der Lage der aus dem Pl. brachialis superior austretenden Nerven, welche, wie bekannt, unmittelbar hinter der Scapula in die freie Extremität eintreten, bestimmen.

Selbstverständlich ist es in diesem Stadium schwer eine genaue Grenze zwischen Coracoidabschnitt und Humerusanlage zu ziehen. Das eigentliche Stylopodium (abgesehen von dem zum Coracoid gehörenden Abschnitt) also der Stiel unserer Gabel ist dick und kurz (H. a). Die hintere Zinke der Gabel, d. h. der Ulnarabschnitt des Zeugopodiums, der ulnare Teil des Autopodiums, bildet die unmittelbare Fortsetzung des Stylopodiums; der proximale Abschnitt desselben (Fig. 12, U. a) bildet einen kurzen runden und dicken Stiel, welcher sich distal verbreitert und einer, von der ulnaren Randvene (Fig. 12 V. u) umbogenen Platte den Ursprung giebt (U. p.). am Rande dieser Platte sind zwei noch ziemlich undeutlich ausgebildete Einkerbungen, in die aus der Randvene entspringende Gefässe eintreten, sichtbar.

Ihrer Beziehung zur Randvene und ihrer weiteren Entwickelung nach zu urteilen entspricht diese Platte der ulnaren Partie der Hand (Carpus-Metacarpus); die Einkerbungen stellen die ersten Andeutungen einer Fingerstrahlenbildung der ulnaren Seite, nämlich des vierten und des fünften Fingers (Fig. 12, 13 D. IV, D. V) vor. Ob die Anlage des 3-ten Fingers sich schon in diesem Stadium bildet, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, ich glaube jedoch, dass auch dieser Finger der Anlage nach der postaxialen Seite der Extremität zuzurechnen ist.

Der Humerusabschnitt entsendet in einem spitzen Winkel zur Extremitätenaxe, welche, wie gesagt, durch das Stylo-postpodium [1]) geht, die vordere, die Anlage des Propodiums darstellende Zinke der Gabel in Gestalt eines kurzen und dicken Fortsatzes. Am distalen Ende desselben findet sich keine plattenförmige Verbreiterung vor, so dass wir hier noch nicht von einer Anlage des propodialen Abschnittes des Autopodiums reden können (Fig. 12, 13, R. a).

[1]) Der Kürze wegen bezeichne ich Radius+radialer Abschnitt des Carpus+radiale Finger als Propodium, Ulna+ulnare Finger und Ulnarabschnitt des Carpus als Postpodium.

Vom morphologischen Standpunkt aus ist die Tatsache, dass die distalen Enden des Zeugopodiums in diesen frühen Stadien *frei enden,* also unter einander nicht verbunden sind, sehr interessant. Auf allen Schnitten der Serie, welche die distale Partie der Skelettanlage treffen (Fig. 13), sieht man ganz deutlich, dass sich zwischen Ulnar- (U. a.—U. p) und Radialanlage (R. a) eine Schicht von lockerem embryonalem Mesenchym einschiebt, welche sich ihrem histologischen Character nach von den Skelettanlagen noch scharf unterscheidet.

Bemerkenswert ist die Lagebeziehung der Extremitätenaxe zur Körperaxe des Embryos, welche durch die Chorda repraesentiert wird: *die Extremitätenaxe* (Stylo-postpodium) ist mit ihrem distalen Ende caudal- und lateralwärts gerichtet und *bildet mit der Körperaxe einen caudal offenen spitzen Winkel.*

Wenn wir die Skelettanlage des vorliegenden Stadiums mit derjenigen des auf Fig. 10 dargestellten Stadiums vergleichen, so finden wir, dass im jüngeren Stadium die Skelettanlage ihrer Lage und den Beziehungen zu den Extremitätennerven und der Art. brachialis (Fig. 10, Sk, A. br) nach dem proximalen Abschnitt, also dem Stylopodium und vielleicht einem unbedeutenden Teil der Coracoidanlage des späteren Stadiums (Fig. 12, 13, H. a. A. br) entspricht. Wir finden also, dass das Zeugopodium und der grösste Teil der Coracoidanlage Neubildungen sind, und ihre Bildung einem 1) in proximaler und 2) in distaler Richtung vor sich gegangenen Wachstumsprozesse der primären Skelettanlage, welche ursprünglich im proximalen Abschnitt der freien Extremität liegt, verdanken. Wir können auch sagen, dass sich der postaxiale Strahl der Extremität (Postpodium) rascher entwickelt, also eine im Vergleich mit dem praeaxialen Teil des Extremitätenskeletts (Propodium) beschleunigte Entwickelung aufweist.

Von besonderem Interesse sind die gegenseitigen Lagebeziehungen der Nerven und der Skellettanlage der Extremität in dem soeben beschriebenen Stadium. Wie bekannt, verlaufen die Nerven in der Extremität des erwachsenen Ascalabotes (wie auch bei den anderen Autosauriern) im allgemeinen longitudinal, d. h. ungefähr parallel der Längsaxe; wenn wir auf der Rekonstruktion Fig. 12 die Richtung der aus dem Pl. brachialis superior entspringenden Nerven betrachten, so sehen wir, dass sie die Axe des Stylopodiums

kreuzen, d. h. *quer zur Extremitätenaxe orientiert sind.* Dasselbe gilt, in etwas geringerem Masse, auch für die Nerven, welche im Pl. brachialis inferior ihren Ursprung nehmen. Dieselbe Richtung der Nerven finden wir auch in dem früheren Stadium der Fig. 10 wieder, nur dass sie, da die Nerven weniger differenziert sind, nicht so in die Augen fällt. Bemerkenswert ist, dass auch die Art. brachialis sich in derselben Richtung zur Extremitätenaxe, wie die Nerven hinzieht.

Diese Lagebeziehungen zwischen Nerven, Gefässen und der Extremitätenaxe, d. h. der Umstand, dass sich die Nerven und Gefässe nicht parallel der Extremitätenaxe hinziehen, sondern quer zu derselben gestellt sind und die Skelettaxe kreuzen, ist nicht für das Cheiropterygium der höheren Quadrupeda, sondern viel eher für das Ichtyopterygium der Fische charakteristisch: bei diesem sind die Extremitätennerven ebenfalls mehr oder weniger quer zur Skelettaxe, d. h. der Axe des Metapterygiums, orientiert; wie wir später sehen werden, entspricht das Postpodium der Quadrupeda dem Metapterygium der Fische.

Wenn wir die Entwickelung der verschiedenen Organsysteme der Extremität in diesem Stadium mit einander vergleichen, so finden wir, dass die Entwickelung derselben mit verschiedener Intensivität vor sich gegangen ist. Am meisten progressiv hat sich das Nervensystem entwickelt: wir finden schon die beiden Plexi (superior und inferior) entwickelt und die Hauptstämme der Nerven des erwachsenen Tieres sind bereits angelegt. Die primäre Segmentierung des Nervensystems, welche sich darin äusserte, dass ein jeder Extremitätennerv zu einem selbständigen Nervensegment gehörte und zu einem Muskelspross ging, ist verschwunden und die Nerven der freien Extremität sind jetzt komplizierte Gebilde, welche zu verschiedenen Nervensegmenten gehörende Fasern enthalten. Was die Form und Lage dieser Nerven anbetrifft, so ist sie von dem, was für die Nerven der freien Extremität der erwachsenen Autosaurier als charakteristisch angesehen wird, noch sehr verschieden: abgesehen davon, dass die Endzweige der Nerven noch nicht ausgebildet sind, sind die Nerven selbst noch sehr kurz und ihr Verlauf unterscheidet sich von dem des erwachsenen Tieres noch sehr bedeutend, so dass sich hier, wie wir uns später im vergleichend-anatomischen Teil dieser Arbeit werden überzeugen können, manche primitive Züge nachweisen lassen.

Was das Muskelsystem anbelangt, so ist seine Entwickelung in morphologischer Hinsicht noch sehr wenig vorgeschritten: in ihm finden wir noch keine Andeutung des komplizierten, von zahlreichen Muskeln gebildeten Systems, welches die mannigfaltigen Bewegungen der vorderen Extremität des erwachsenen Tieres ermöglichen; es könnte scheinen, als wenn wir, wollten wir die Muskelanlagen der Extremität des Embryos von Ascalabotes in diesem Stadium mit den Muskeln der vorderen Extremität eines erwachsenen Tieres vergleichen, das Vergleichsobjekt nicht unter den Cheiropterygiern, sondern unter den niederen Fischen (Selachii, Ganoidei, Dipnoi) suchen müssten.

Wenn wir auch im Skelett der freien Extremität des Ascalabotesembryos in diesem Stadium in grossen Zügen eine Homologie mit der Extremität des erwachsenen Tieres erkennen konnten, so weichen doch die einzelnen Abschnitte in Lage, Form und Grösse noch sehr von den entsprechenden Teilen des erwachsenen Tieres ab. Im vergleichend-anatomischen Teil dieser Arbeit werden wir sehen, welche phylogenetische Deutung unsere Beobachtungen zulassen. Hier sei nur bemerkt, dass die Entwickelung 1) in disto-proximaler (Bildung des Schultergürtels) und 2) in proximo-distaler Richtung (Bildung der distalen Partie des Skeletts der freien Extremität) vor sich geht; dabei entwickelt sich die ulnare Seite schneller, als die radiale, zeigt also eine beschleunigte Entwickelung schon bei der Bildung der noch mesenchymatösen Anlagen des Extremitätenskeletts.

Wir haben bis jetzt die Entwickelung der Anlagen der Nerven, Muskeln und des Skeletts der Extremitäten im Zusammenhange mit einander geschildert. Bei der Beschreibung der an diesem Stadium gemachten Beobachtungen wird der Leser bemerkt haben, dass diese Anlagen schon jetzt ziemlich kompliziert sind, im Laufe der weiteren Entwickelung nimmt diese Kompliziertheit noch um ein bedeutendes zu, was die Beschreibung sehr erschwert. Im Interesse der Einheitlichkeit der Darstellung werden wir im Folgenden zuerst die Entwickelung der Muskeln und Nerven eines jeden einzelnen Organsystems, die sich in so engem Zusammenhang entwickeln, dass sie bei der Beschreibung nicht leicht von einander zu trennen sind, und dann die des Skelettsystems, behandeln.

II.

Muskeln und Nerven.

1. Die Entwickelung der Muskeln und Nerven der vorderen Extremität von Ascalabotes in späteren Stadien.

Das Stadium, mit welchem wir unsere Beschreibung beginnen, befindet zwischen den auf Fig. 1B—B_1 und 1C dargestellten Stadien. Die äussere Form der Extremität ist der auf Fig. 1B dargestellten noch sehr ähnlich, doch die Drehung des distalen Endes der Extremität in ventraler Richtung ist bedeutend weiter vorgeschritten, so dass annähernd sagittale Schnitte die Extremität in Flächenschnitte zerlegen. Auf der Rekonstruktion Fig. 15, Taf. II sind die Muskeln, die Nerven und das Skelett dargestellt. In der gemeinsamen Skelettanlage sind die vorknorpeligen Anlagen des Humerus (H), der Ulna (U) und des Radius (R) vorknorpelig ausgebildet; die Anlagen des IV-ten und V-ten Fingers sind schon deutlich erkennbar, die übrigen Finger und die Elemente des Carpus sind jedoch noch nicht ausgebildet. Das Coracoid (Taf. II, Fig. 17, Cr) ist wohl entwickelt, die Scapula kommt eben zur Anlage (Fig. 15 Sc). Betrachten wir zuerst die Nerven, wie dieselben auf der Rekonstruktion Taf. II, Fig. 15 dargestellt sind. Hinter dem Stamm des Vagus verlaufen die vier Wurzeln des Hypoglossus (Taf. II, Fig. 15, N. XII) und der N. postoccipitalis, welcher sich dem Hypoglossusstamm anschliesst. In diesem Stadium sind die Anlagen der Wirbelbögen gut ausgebildet und vor dem N. postoccipitalis liegen (Fig. 17) die Anlagen der zwei Occipitalbögen Die Hypoglossuswurzeln, der Postoccipitalis und der zweite Rumpfnerv besitzen weder dorsale Wurzeln, noch Ganglien, der dritte Rumpfnerv hat ein kleines Ganglion. Im Vergleich mit dem auf der Textfig. 5 abgebildeten Stadium sind im zweiten und dritten Rumpfnerv bedeutende Veränderungen eingetreten: jetzt sind diese beiden Nerven nicht mehr selbstständig, sondern haben sich zu einer Ansa (Fig. 15, 17, II, III) vereinigt: aus dieser Ansa geht ein dicker, oberflächlicher Nervenstamm, welcher nach vorne verläuft, hervor (Fig. 15, cut_{2-3}), der offenbar den cut_3 der Fig. 5 im Text entspricht: jetzt ist dieser Nerv länger und dicker geworden. Es sei daran erinnert, dass auf Stad. Textfig. 5 vom dritten Rumpfnerv ein dünnes, caudal und ventral gerichtetes Nervenstämmchen, welches in früheren Stadien

sich zur dritten Muskelknospe hinzog, entsprang und bis zur Basis der Extremität zu verfolgen war (p_3); jetzt ist die ganze distale Partie dieses Nervs verschwunden und aus der Ansa II—III geht nur ein sehr kurzes und dünnes Aestchen nach rückwärts, der Rest des während der Entwickelung atrophierten Extremitätennerven p_3 hervor. Jetzt können wir mit Bestimmtheit sagen, dass der primäre, zur Extremitätenanlage gehende Nervus III sich im Laufe der Entwickelung reduziert, der secundäre Ast desselben cut_3 (Textfig. 5, Fig. 15, Taf. II) sich dagegen progressiv entwickelt hat. Der N. IV besass im Stad. Textfig. 5 auch zwei Aeste, einen dicken vorderen (cut_4) und einen dünnen, zur Extremität hinziehenden (p_4) hinteren; auf Fig. 15 ist der vordere Ast (cut_4) wohl entwickelt, der hintere dagegen sehr kurz und dünn (p_4), also ebenfalls (bei diesem Embryo) in Reduktion begriffen; da ich aber diesen Nerv auf anderen Serien desselben Alters und selbst bei älteren Embryonen noch wohl ausgebildet antraf, so muss ich daraus schliessen, dass seine Reduktion nicht immer in diesem Stadium stattfindet, sondern dass er (p_4) bis auf spätere Stadien erhalten bleiben kann. Der Plexus brachialis des Embryos, nach welchem die Rekonstruktion Fig. 15 angefertigt wurde, besteht aus Zweigen des V-ten bis X-ten Nervs, wird also aus Nerven, die sechs Nervensegmenten angehören, gebildet. Der fünfte und sechste Nerv (Fig. 15 V, VI) geben ein jeder einen zur Körperoberfläche laufenden vorderen Hautast (N. cutaneus, cut_5, cut_6, Fig. 15) und einen, in den Plexus eintretenden, hinteren Ast (p_5, p_6, Fig. 15) ab. Der in den Plexus brachialis eintretende Ast des fünften Nervs ist dünner, als der des sechsten (p_6), was, wie wir sehen werden, auf den Anfang einer Reduktion von p_5 hinweist; cut_6 und p_6 sind gleich dick.

Auf der Figur 15 ist nur der Hauptplexus (pl. inferior) abgebildet; von dem Pl. brachialis superior sind nur die Wurzeln bezeichnet (pl. br. s): er entspringt nämlich mit vier Wurzeln aus den Nerven V—VI, VII, VIII, IX—X; auf die aus ihm entspringenden Nerven werden wir noch später zurückkommen. Der Pl. brachialis inferior besteht aus fünf Ansae (V—VI, VI—VII, VII—VIII, VIII—IX und IX—X, oder genauer V—VI, V—VI—VII, V—VI—VII—VIII etc. Fig. 15). Aus der Ansa V—VI geht die erste Wurzel des N. supracoracoideus, welche sich mit der zweiten, aus dem N. VII stammenden und zum Stamm des Supracoracoideus (Fig. 15, spc.) hinziehenden Wurzel

vereinigt, hervor. Der Supracoracoideus verläuft an der medianen Seite des Schultergürtels, durchbohrt die Anlage des Coracoids (Cr) um in den proximalen Abschnitt der ventromedianen Muskelanlage einzutreten. Nach Abgabe des Supracoracoideus vereinigen sich die den Pl. brachialis inferior bildenden Nervenstämme zu einem ansehnlichen Stamm, dem Brachialis inferior des vorigen (Fig. 12) Stadiums, aus welchem die Nerven der freien Extremität entspringen. In dem auf Fig. 12 dargestellten Stadium wiesen wir das Vorhandensein vierer solcher Aeste, des Ulnaris profundus, des Brachialis longus inferior, des Coracobrachialis und des Pectoralis major nach: jetzt finden wir diese Nerven gewachsen und weiter differenziert, wobei diese Differenzierung hauptsächlich den Brachialis longus inferior betroffen hat. Von den N.N. coracobrachialis (Fig. 15, cbr), ulnaris profundus (ul. pr.), superficialis (ul. s.) und pectoralis major (p. m.) ist nur wenig zu sagen: sie sind in distaler Richtung gewachsen, haben an Länge und Dicke zugenommen, sonst aber sind an ihnen keine bedeutenden Veränderungen vor sich gegangen. Am Brachialis longus inferior (br. l. in.) lassen sich solche, im Auswachsen neuer Nervenäste bestehende Veränderungen erkennen. Zuerst zweigt sich von der praeaxialen Seite des Brachialis longus inferior ein kurzer, dicker Nerv (Fig. 15, br. l. i. l.) ab, welcher sich in distaler Richtung zur lateralen Fläche der Extremität umbiegt. Die Vergleichung mit späteren Stadien zeigt, dass wir es hier mit dem. N. brachialis longus inferior lateralis zu tun haben. Nach Abgabe dieses Nervs verläuft der Stamm des Brachialis longus inferior median vom Skelett und an der Grenze des Zeugo- und Autopodiums zerfällt er in vier kurze Aeste, welche in stark divergierender Richtung auseinandergehen. Der erste (mpd) verlässt die ventromediane Fläche der Extremität, durchbort die dicke Mesenchymschicht, welche die distalen Enden des Radius (R) und der Ulna (U) verbindet, zieht sich in distaler Richtung hin und endet an der dorso-lateralen Fläche der Hand: es ist der N. medianus profundus dorsalis der späteren Stadien. Ihm gegenüber zieht sich an der ventrolateralen Fläche entlang, unmittelbar dem Skelett anliegend, ein etwas dünnerer Ast (mpp), den man für die Fortsetzung des Brachialis longus inferior halten kann: es ist der N. medianus palmaris profundus. Oberflächlich von ihm verläuft der N. medianus palmaris superficialis (m. p. s.).

Endlich fast in einem geraden Winkel zum N. medianus dorsalis zieht sich zum radialen Rande der Extremitätenplatte an der ventromedianen Seite ein starker Nervenstamm (r. br. I) hin, welcher dem Radialis brachialis longus des erwachsenen Tieres entspricht.

Wir sehen, dass die Entwickelung der aus dem Pl. brachialis inferior entspringenden Nerven bereits bedeutend vorgeschritten ist: die Hauptnerven, welche beim erwachsenen Tier ganz bestimmte Muskelgruppen innervieren, sind bereits wohl entwickelt; jetzt müssen wir sehen, inwieweit die Entwickelung der Muskeln der Extremität derjenigen der Nerven entspricht, d. h. ob die Entwickelung der Muskelanlagen derjenigen der Nerven parallel geht, oder ob die Muskelanlagen eine verzögerte oder beschleunigte Entwickelung aufweisen.

Von den Muskelanlagen finden wir zuerst die uns schon von früheren Stadien her bekannten Anlagen, nämlich die dorsale, welche, infolge der Biegung der Extremität, zur dorsolateralen geworden ist (Fig. 15, 16, DL), die ventrale (jetzt ventromediane), (Fig. 17, VM) und die mediane (Fig. 15, MM). An der dorsolateralen Anlage (DL) machen sich wichtige Veränderungen—der Anfang einer zu einer höheren Form führenden Differenzierung—bemerkbar. Die embryonalen Muskelfasern sind besser als im vorigen Stadium ausgebildet und man kann auf den Flächenschnitten ihre Anordnung und Richtung wohl bestimmen. Die Fig. 16 giebt einen solchen oberflächlichen Schnitt, auf dem die Anordnung der embryonalen Muskelfasern in der distalen Partie der freien Extremität zu erkennen ist, wieder: der Schnitt hat die Skelettanlage in der Region des künftigen Ellenbogengelenks getroffen (S); proximal von derselben sehen wir den N. infraanconeus (ia.) und den N. brachialis longus superior (br. l. s.) durchschnitten. Die embryonalen Muskelfasern der dorsolateralen Muskelanlage (Fig. 16, DL.) haben eine deutlich fächerförmige Anordnung: sie strahlen, so zu sagen, von der Mitte nach den Rändern der Extremität aus. Die dorsolaterale Muskelanlage ist in diesem Stadium nicht kontinuirlich: wenn wir sie auf der Serie verfolgen, so finden wir eine Stelle, wo sich nur embryonales Mesenchym, aber keine Muskelfasern gebildet haben; diesse Stelle ist auf der Fig. 15 durch eine punktierte Linie (α) bezeichnet. Es ist sehr schwer ihre Grenzen genau zu bestimmen, und darum sind

dieselben nur annähernd angegeben. An dieser Stelle (*a*) bildet sich später das Ellenbogenlenk mit seiner Kapsel und den Sehnen der sich hier anheftenden Muskeln des Arms und Vorderarms. Ausser dieser Unterbrechung ist die dorsolaterale Anlage continuirlich; ihre (Fig. 15, 16) distale Partie ist abgerundet und die Grenze derselben stimmt mit dem carpalen Abschnitt der Skelettanlage überein, so dass die Fingerstrahlen (Dig. IV, Dig. V) frei liegen.

Besonders wichtig sind die Veränderungen, die in der proximalen Partie der dorsolateralen Anlage vor sich gehen: diese Anlage, welche, wie man sich erinnert, nur in der freien Extremität lag, fängt an in die Rumpfregion einzuwachsen. Sie bildet nämlich drei proximalwärts gerichtete Ausbuchtungen, eine vordere (Taf. II, Fig. 15 A), eine mittlere (M) und eine hintere (P). Die Lagebeziehung dieser Ausbuchtungen zu der Anlage der Scapula lässt sich leicht bestimmen und ist auf Fig. 15 leicht erkennbar: die mittlere Ausbuchtung (M) liegt der Scapulaanlage (Sc) gegenüber, lateral (nach aussen) von derselben; die vordere Ausbuchtung (A) liegt vor (oral), die hintere (P) hinter (caudal) der Scapulaanlage (Sc, Fig. 15); die Richtung der Fasern in der proximalen Partie der dorsolateralen Muskelanlage ist auf der Rekonstruktion Fig. 15 wiedergegeben: man kann erkennen, dass sie eine divergierende ist.

Wenn wir dieses Stadium mit den vorigen vergleichen, so sehen wir, dass die Bildung dieser drei Ausbuchtungen (A, M, P) das Resultat eines proximalwärts vor sich gehenden Wachstums der dorsolateralen Muskelanlage ist: früher fanden wir die dorsale resp. dorsolaterale Muskelanlage nur im Bereiche der freien Extremität (Extremitätenleiste) entwickelt, jetzt aber beginnt der proximale Teil derselben in die Rumpfregion einzuwachsen und bildet dabei die erwähnten drei Ausbuchtungen, welche von Anfang an eine bestimmte Stellung zum Skelett (Scapula) einnehmen.

In der ventromedianen Anlage gehen Veränderungen, welche den soeben in der dorsolateralen Anlage beschriebenen sehr analog sind, vor sich. Diese Anlage ist auf der Rekonstruktion Fig. 15 nicht wiedergegeben, um eine allzu grosse Kompliziertheit der Abbildung zu vermeiden; zum Teil sieht man diese Anlage (VM) auf der Fig. 17, Taf. II, die eine Schnitt aus der Serie, nach welcher die Rekonstruktion Fig. 15 hergestellt ist, wiedergiebt. In der ventromedianen Muskelanlage finden wir dieselbe fächerförmige Anordnung der

Muskelfasern, wie in der dorsolateralen, und der proximale Abschnitt derselben fängt gleichfalls an in die Rumpfregion einzuwachsen, wie aus Fig. 17 ersichtlich.

Auf diesem Schnitt (Fig. 17) sieht man die Wurzeln des Pl. brachialis inferior sich in der oben beschrieben Weise zu einem Stamm vereinigen (p_5, p_6), VII, VIII, IX—X); ausserdem ist der N. supracoracoideus (spc), N. pectoralis (pm) und den N. coracobrachialis (cbr) sichtbar; zwischen Supracoracoideus und N. pectoralis major liegt die Anlage des Coracoids (Cr). Ventral von der letzteren wird der in die Rumpfregion einwachsende Teil der ventromedianen Anlage (VM) sichtbar; der hintere Abschnitt derselben ist weiter in die Rumpfregion hineingewachsen, als der vordere; die in diesem einwachsenden Teil stattfindende Differenzierung ist auf den Flächenschnitten schlecht erkennbar; bei Beschreibung der Querschnitte werden wir auf dieselbe noch zurückkommen. Für uns ist die Tatsache von Wichtigkeit, dass die ventromediane Muskelanlage nicht wie in früheren Stadien in der Region der freien Extremität liegt, sondern in die Rumpfregion einzuwachsen beginnt (was auf Fig. 17 deutlich zu erkennen ist).

Die mediane Anlage (Fig. 15, wo ihre Umrisse durch eine punktierten Linie (MM) bezeichnet sind) liegt median vom Schultergürtel. Dieselbe steht mit dem neunten Myotom noch durch ihren Muskelspross in Verbindung; die Verbindung mit den übrigen vorderen Myotomen ist schon verschwunden, obgleich Spuren dessen, dass eine solche mit dem achten Myotom in früheren Stadien betand, noch zu sehen sind. Caudal geht sie unmittelbar in die ventrale Partie der Rumpfmuskulatur über, so dass man bei Betrachtung dieses Stadiums für sich, ohne Kenntniss der früheren Stadien, leicht annehmen könnte, diese Anlage sei ein oralwärts von der vorderen Partie der ventralen Rumpfmuskulatur hervorgewachsener zungenförmiger Auswuchs, welcher sekundär in die Extremität eingedrungen ist. Das Studium der früheren Entwickelungsstadien lehrt uns, dass dies nicht der Fall ist, dass wir dagegen eine Bildung (MM) vor uns haben, welche von denselben Myotomen, welchen die primäre Muskulatur der vorderen Extremität ihren Ursprung verdankt (Myotome 9, 8, 7, 6...), abstammt. Entwickelungsgeschichtlich ist die mediane Muskelanlage eine Modifikation der primären Muskelsprosse, welche, wie wir gesehen haben, sich sehr

früh anlegen und den beiden Muskelanlagen der freien Extremität (dorsolaterale und ventromediane Anlagen) den Ursprung geben: die beiden Anlagen der freien Extremität (dorsale s. dorsolaterale und ventrale s. ventromediane) bezeichne ich, da dieselben von Anfang an in Beziehung zur Extremität stehen, als „primäre Muskelanlagen", die mediane Muskelanlage, die von Anfang an zur Rumpfregion gehört, rechne ich zu den sekundären Muskelanlagen, zu denen ich jetzt übergehen will.

Auf der Fig. 15 bezeichnet die punktierte rote Linie v. Mg. die ventrale Grenze der Myotome: diese Grenze verläuft von dem Punkt v. Mg. nach hinten nicht in gerader Richtung, sondern bildet an der Stelle Lss. eine ventralwärts gerichtete flache Ausbuchtung; auf dem auf der Fig. 17 dargestellten Sagittalschnitt sehen wir diese Ausbuchtung Lss in Form einer dichten Anhäufung von spindelförmigen Mesenchymzellen, durch welche die vorderen Aeste (cut_4, cut_5) der Spinalnerven IV und V hindurchtreten. Wie die Fig. 15 zeigt, liegt diese Anhäufung oral von dem primären Schultergürtel (Sc). Auf dem Schnitt Fig. 17, Taf. II erscheint diese Anhäufung (Lss) als eine von den Myotomen (Myot) gesonderte Bildung; wenn wir aber die Serie verfolgen, so können wir uns davon überzeugen, dass sie unmittelbar mit den Myotomen 2—5 zusammenhängt und sozusagen ihre unmittelbare Fortsetzung bildet: die Myotome bestehen nämlich in diesem Stadium aus langen embryonalen Muskelfasern, ihr ventraler Rand wird jedoch von einem weniger differenzierten Gewebe gebildet, welches histologisch den Charakter des embryonalen Mesenchyms, aus dem die Anlagen der Muskulatur der freien Extremität entstehen, besitzt. Die Grenzen zwischen den einzelnen Segmenten sind in der Myotomreihe deutlich ausgeprägt, in der Ausbuchtung Lss sind sie dagegen verwischt, so dass diese Anlage, welche offenbar durch einen Auswachsungsprozess des ventralen Randes der Myotome 2—5 entstanden ist, als ein nicht segmentiertes Gebilde erscheint. Beziehungen zwischen dieser Anlage, die wir ihrer Lage nach als „vordere mediane dorsale Muskelanlage" bezeichnen werden, und dem Schultergürtel bestehen in diesem Stadium noch nicht.

Wie aus der Rekonstruktion Fig. 15 ersichtlich, ziehen sich von der Anlage des Schultergürtels (Cr—Sc) nach vorne (oral) in die Halsregion zwei Streifen von dichtem Mesenchymgewebe, nämlich

ein oberer dorsaler und ein unterer, mehr ventral liegender (mes, mes); diese beiden Mesenchymstreifen liegen ziemlich nahe zur Oberfläche des Körpers, und durch den oberen Streifen treten die R. cutanei der NN. spinales III—VI durch. Im vorderen Teil der oberen Mesenchymschicht (mes), also in der Nähe des Kopfes, liegt eine deutlich erkennbare Muskelanlage (cu), welche man bis in die Kopfregion hinein verfolgen kann. Die Richtung der embryonalen Muskelfasern ist auf der Fig. 15 angegeben: dies ist die Anlage des künftigen M. cucullaris s. trapezius etc. Beachtenswert ist die Tatsache, dass das hintere (caudale) Ende der Anlage cu von der Anlage des Schultergürtels noch weit entfernt ist. In der ventralen Mesenchymschicht sind zu dieser Zeit noch keine distinkten Muskelanlagen zu erkennen.

Die beiden Anlagen Lss und cu sind die ersten Anfänge der später eine starke Ausbildung erlangenden sekundären Muskulatur der vorderen Extremität von Ascalabotes.

Hiermit haben wir die allgemeine Verteilung der Nerven- und Muskelanlagen dieses Stadiums beschrieben. Um einen klareren Ueberblick über die Details der gegenseitigen Verhältnisse der Nerven, Muskeln und des Skeletts zu erhalten, sei an dieser Stelle die Beschreibung einiger Querschnitte (Fig. 18—25, Taf. II), welche einer Serie durch die andere Hälfte desselben Embryos, nach dem die Rekonstruktion Fig. 15 angefertigt ist, entnommen sind, hinzugefügt.

Der Schnitt Fig. 18 geht durch die distalen Anlagen der Ulna (U) und des Radius (R) (vergl. Fig. 15, U, R); an der ulnaren Seite der Extremität sehen wir die ulnare Randvene (UG), an der radialen die radiale Randvene (RG); die Lage dieser Venen erlaubt uns eine dorsolaterale (dorsale) und eine ventromediane (palmare) Fläche der Extremität zu unterscheiden. Die Extremität erscheint von einem ziemlich lockeren Mesenchymgewebe ausgefült, in dem die mehr oder weniger differenzierten Anlagen der Muskeln, Nerven und des Skeletts eingebettet liegen. Die Anlagen der Ulna und des Radius erscheinen im Querschnitte rund und sind durch eine Zwischenschicht von verdichtetem Mesenchym miteinander verbunden. An der dorsolateralen Seite der Extremität, unmittelbar unter der Haut, liegt eine ziemlich dünne Schicht von verdichtetem Gewebe (DL, Fig. 18): es ist die dorsolaterale Muskelanlage, welche in diesem Stadium

sich noch nicht in die einzelnen Anlagen der Muskeln des Vorderarms differenziert hat. Die Richtung der embryonalen Muskelfasern in dieser Anlage wurde schon oben bei der Beschreibung der Rekonstruktion Fig. 15 beschrieben. Dorsolateral von der die Ulna mit dem Radius verbindenden Mesenchymschicht, zwischen letzterer und der Muskelanlage DL, sehen wir den Querschnitt eines Nervenstammes: es ist der N. medianus profundus dorsalis (mpd).

Median (ventromedian) vom Skelett (R, U) liegt die ventromediane Muskelschicht (VM_1, VM_2), welche durch eine Einbuchtung in zwei Anlagen (Fig. 18), eine dünnere ulnare (VM_2) und eine dickere radiale (VM_1), eingeteilt ist; zwischen der ulnaren Muskelanlage und der Ulna sehen wir den Querschnitt des N. ulnaris profundus (ul. pr.), welcher dorsal von der Vorderarmarterie (a) verläuft. Ventral von dieser Arterie, zwischen radialer Muskelanlage und Radius geht ein ebenfalls dünner Nervenstamm, der N. medianus palmaris profundus (mpp).

Der folgende abgebildete Schnitt (Fig. 19) geht ungefähr durch die Mitte der Anlagen des Radius und der Ulna, durch die Stelle, wo sich mehrere Aeste des Brachialis longus inferior zu einem Stamme vereinigen (vergl. Fig. 15).

An der dorsolateralen Seite sehen wir die einheitliche dorsolaterale Muskelanlage (DL); Nerven sind auf dem Querschnitt nicht zu sehen. An der ventromedianen Seite ist in der ventromedianen Muskelanlage eine neue Differenzierung eingetreten: an der Richtung des Fasern können wir in ihr drei Schichten unterscheiden: in der oberflächlichen Schicht ist die Richtung der Fasern longitudinal, die Sonderung in zwei Anlagen VM_1, VM_2 ist nicht deutlich zu sehen. In der tiefen Schicht ist die Richtung der Fasern eine transversale (VM_3). Der N. medianus profundus (mpd) ist von der dorsolateralen Seite des Vorderarms durch die den Radius und die Ulna verbindende Mesechymschicht hindurch auf die ventromediane Seite getreten und hat sich mit dem N. medianus palmaris profundus (mpp) zu einem Stamme vereinigt. Von diesem Stamm geht, dem Radius dicht anliegend, der N. radialis brachialis longus (r. br. l.) ab. Um sich die Lage dieser Nervenstämme zu vergegenwärtigen, vergleiche man die Querschnitte Fig. 18, 19 und die folgenden mit der Rekonstruktion Fig. 15. Der gemeinsame Stamm des Brachialis longus inferior, aus dem diese drei Nerven entspringen (mpp

mpd, r. br. l.), verläuft an der ventromedianen Seite des Vorderarms zwischen Radius und Ulna (R, U) und der erwähnten tiefen Muskelschicht (VM_3); er liegt ventral von der Vorderarmarterie (a); dorsal von dieser Arterie; median von der Ulna (U, Fig. 19) sehen wir den Querschnitt des N. ulnaris profundus (ul. pr.). Median von der tiefen Muskelschicht, an der Grenze zwischen derselben und der oberflächlichen Muskelanlage (VM_1) finden wir den Querschnitt noch eines Nerven (mps, Fig. 19), des N. medianus palmaris superficialis.

Der Schnitt Fig. 20 ist durch den proximalen Abschnitt des Vorderarms geführt. Hier tritt die Sonderung der ventromedianen Muskelanlage in zwei Teile (VM_1, VM_2 vergl. Fig. 18), welche auf der Fig. 19 nicht deutlich erkennbar war, wieder klar zu Tage; die tiefe transversale Schicht (VM_3) reicht nicht bis zu dieser Stelle.

An der ventromedianen Seite (Fig. 20) sehen wir die Querschnitte nur zweier dicker Nerven: des N. ulnaris profundus (ul. pr.) und des Brachialis longus inferior (br. l. i); der erstere liegt der Ulna, der zweite dem Radius gegenüber. Vom oberflächlichen N. palmaris superfacialis ist auf diesem Schnitt nichts zu sehen: er hat sich mit dem Stamm des Brachialis longus inferior vereinigt. Die Beziehungen dieser Nerven zu den Muskelanlagen, sowie die Form und Lage der dorsolateralen Muskelanlage (Fig. 20, DL) sind ohne weiteres aus der Figur ersichtlich, so dass wir uns bei derselben nicht aufzuhalten brauchen.

Wenn wir die Serie weiter proximal verfolgen, so gelangen wir in die Region des Humerus (H, Fig. 21); die Lage des Humerus (H) und der beiden Randvenen (UG, RG) erlaubt uns auch in dieser Region eine Grenze zwischen der dorsolateralen (DL) und der ventromedianen Seite der Extremität zu ziehen (VM′, VM″, VM‴). In dieser Region teilt sich die dorsolaterale Muskelanlage (DL) in zwei laterale Abschnitte, zwischen welchen eine freie Stelle bleibt (α). Diese Unterbrechung ist die erste Andeutung der Scheidung der ursprünglich einheitlichen dorsolateralen Anlage in eine distale (Vorderarm-) und eine proximale (Arm-) Partie; hier wird das von den Muskeln nicht bedeckte Ellenbogengelenk gebildet. Auch an der mit (*) bezeichneten Stelle (Fig. 21) werden keine Muskelfasern gebildet: hier bildet sich später der Epicondylus ra-

dialis des Humerus, die ihn bedeckende Kapsel und die Sehnen der sich hier anheftenden Muskeln des Arms und Vorderarms. Ob die Zellen der dersolateralen Muskelanlage an der Bildung dieser Teile beteiligt sind, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen, da in den betreffenden Stadien keine deutliche Grenze zwischen Skelett und Muskelanlage besteht. Wahrscheinlich nimmt die Muskelanlage an der Bildung der Sehnen Anteil, während die tiefer liegende Mesenchymschicht den Epicondylus radialis bildet. Einen strikten Beweis für diese Ansicht zu erbringen bin ich jedoch nicht imstande.

An der dorsolateralen Seite der Extremität verläuft ein dünner Nervenstamm, welcher, wie die Untersuchung der ganzen Serie zeigt, zum Plexus brachialis dorsalis gehört: es ist der N. brachialis longus superior (br. l. s); ausser ihm sehen wir an der dorsolateralen Seite keine anderen Nerven. An der ventromedianen Seite ist die Differenzierung der Muskel- und Nervenanlagen weiter vorgeschritten, als an der dorsolateralen: die ventromediane Muskelanlage ist nämlich in drei Schichten gesondert: eine tiefe, welche in unmittelbarer Nähe des Humerus liegt (VM′), eine mittlere (VM″) und eine oberflächliche (VM‴). Wie aus der Fig. 21 ersichtlich, ist die Sonderung zwischen diesen drei Schichten keine scharfe und stellen dieselben im Querschnitt nur Anhäufungen von dichterem embryonalem Gewebe, welche ohne scharfe Grenze in das umgebende lockere Mesenchym übergehen, dar. Bei Betrachtung der Querschnitte muss man aber nicht vergessen, dass diese Anhäufungen aus langgestreckten embryonalen Muskelzellen, welche hier meistens der Quere nach durchschnitten sind und sich auf den Flächenschnitten von den sternförmigen Mesenchymzellen wohl unterscheiden, bestehen.

An der ventromedianen Seite der Extremität sehen wir auf der Fig. 21 eine mächtige Nervenmasse, welche aus der Vereinigung von drei Elementen (ul. pr., br. l. i., pm.) entstanden ist: zwei von diesen Nerven haben wir schon auf den früher beschriebenen distalen Schnitten gesehen: den N. ulnaris profundus (ul. pr.) und brachialis longus inferior (br. l. i.). An dieser Stelle vereinigen sie sich zu einem Stamme, oder richtiger gesagt, der Stamm des Brachialis longus inferior spaltet sich in seine Hauptäste. Vom Ulnaris profundus geht an dieser Stelle dorsalwärts ein dicker Nerv, der N. ulnaris superficialis (ul. s.) ab; in ventrolateraler Richtung vom

Stamm des Brachialis longus inferior zieht sich, die tiefe Schicht der ventromedianen Anlage (VM') durchsetzend, der Brachialis longus inferior lateralis (br. l. i. l., Fig. 21); endlich in medianer Richtung, durch die Muskelanlage VM''', zweigt sich der kurze und dicke Pectoralis major (pm) ab.

Mit dem folgenden abgebildeten Querschnitt (Fig. 22) gelangen wir in die Region des primären Schultergürtels: auf diesem Schnitt erkennen wir von den Skeletteilen, ausser dem Humerus, den noch mesenchymatösen hinteren Teil des Coracoids (Cr). An der dorsolateralen Seite der Extremität finden wir die uns bekannte dorsolaterale Muskelanlage (DL') und den N. brachialis longus superior (br. l. s.) wieder. Ausserdem liegt an der dorsolateralen Seite, dicht unter der Haut, ein feines Nervenstämmchen (ia), der N. infranconeus der vorigen Stadien.

An der ventromedianen Seite finden wir zwischen Humerus (H) und Coracoidanlage die drei uns schon bekannten Schichten der ventromedianen Muskelanlage (VM', VM'', VM''') wieder. Median vom Coracoid endlich liegt die mediane Muskelanlage (MM).

Auf der Fig. 22 sehen wir die Wurzeln des Pl. brachialis inferior sich zur Bildung des N. brachialis inferior vereinigen: der Schnitt ist durch die NN. IX—X, VIII, VII geführt (eigentlich wird der N. VII von den NN. V, VI, VII gebildet); von der Wurzel VII geht der N. coracobrachialis (cbr), welcher in die mittlere Schicht der (VM'') ventromedianen Muskelanlage eindringt, ab.

Die Serie weiter proximal und oral verfolgend, kommen wir in die Region, welcher der auf Fig. 23 abgebildete Schnitt entnommen ist. Auf diesem Schnitt sehen wir, dass das proximale Ende des Humerus schon mit dem Coracoid zusammenhängt (H, Cr, Fig. 23). Auf dieser Fig. sehen wir, dass die dorsolaterale Anlage (DL'), die N. N. brachialis longus superior (br. l. s.) und infraanconeus (ia) annähernd dieselbe Lage wie auf dem vorigen abgebildeten Schnitt (Fig. 22) haben. Ausserdem zieht sich dorsal vom N. brachialis longus superior ein Nervenstamm, den wir als den N. anconeus bezeichnen müssen (an): er liegt in der Masse der Muskelanlage DL'. Diese drei Nerven gehören, wie man sich erinnern wird, dem Pl. brachialis superior an.

Ventral und proximal vom Humerus liegt das proximale Ende der ventromedianen Muskelanlage, in der die Aeste des N. supracora-

coideus liegen (spc). Die mediane Muskelanlage endlich liegt, wie auf dem vorigen Schnitt, an der medianen Seite des Coracoids (MM). Der auf Fig. 25 abgebildete Schnitt ist ebenfalls durch die Coracoidanlage und das proximale Ende des Humerus geführt: ein Gelenk zwischen Humerus und Schultergürtel ist, wie aus der Figur ersichtlich, noch nicht ausgebildet. Am Coracoid befindet sich der Can. supracoracoideus durch den der gleichnamige Nerv (spc) hindurchtritt. Ob die ventromediane Anlage im gegebenen Stadium sich bis an diese Stelle hin erstreckt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Die mediane (MM) und die dorsolaterale Anlage (DL') sind dagegen deutlich erkennbar. Die Richtung der Fasern ist auf dem Schnitt deutlich erkennbar. Dieser berührt bereits den proximalen Teil der dorsolateralen Muskelanlage, der, wie oben beschrieben, in die Rumpfregion hineinwächst; die Differenzierung der Auswüchse A, M, P ist infolge der schiefen Richtung der Schnitte in dieser Region nicht sichtbar.

Von den Nerven sind ausser dem schon erwähnten N. supracoracoideus der N. spinalis VIII und die noch zu einem Stamme vereinigten NN. V — VI — VII des Hauptplexus vorhanden; der N. infraanconeus fängt an sich in die dorsolaterale Muskelanlage einzusenken (Fig. 24 ia), und aus dem Pl. brachialis superior gehen zwei kurze Nervenäste (ed), welche in die dorsolaterale Muskelanlage eindringen, hervor: ich glaube, dass wir hier den N. latissimus dorsi vor uns haben.

Die Fig. 25 ist eine Kombination aus zwei aufeinander folgenden Schnitten durch eine etwas weiter oral gelegene Region: hier sehen wir die zwei am meisten nach vorne liegenden Nerven des Pl. brachialis superior. Wir sehen den Querschnitt der Scapula (Sc) und lateral von letzterer die dorsolaterale Muskelanlage (DL) und die NN. spinales V — VI, VI, VIII; von den NN. V — VI und VII gehen in lateraler Richtung zwei Nerven ab: der erste von ihnen biegt um dem hinteren Rand der Scapula nach vorne und dringt in die dorsolaterale Muskelanlage ein (Fig. 25 dcl), der zweite (cut. spa) geht zur Haut: ich glaube, dass wir den N. deltoideus claviculae und den N. cutaneus supraanconeus vor uns haben.

Hiermit können wir die Beschreibung dieses Stadiums abschliessen: wenn wir die von uns erlangten Resultate zusammenfassen, so können wir sagen, dass hier im Vergleich mit den vorhergehenden Stadien,

bedeutende Veränderungen, die fast alle Organsysteme der Extremität betreffen, vor sich gegangen sind. Sehr bemerkenswert ist es, dass die bei der Entwickelung stattgefundenen Veränderungen an den verschiedenen Organsystemen einen sehr verschiedenen Grad der Intensivität besitzen, was darauf hinweist, dass die einzelnen Organe sich mit sehr verschiedener Intensivität entwickeln: die einen zeigen eine accelerierte, die anderen eine verzögerte Entwickelung. Mit anderen Worten, wir finden, dass einige Organe sich progressiv entwickeln und schon in diesem Stadium die Hauptzüge der Organisation des erwachsenen Tieres aufweisen, während die anderen so zu sagen in ihrer Entwickelung zurückgeblieben sind und noch manche Merkmale einer niederen Organisation besitzen.

Merkmale progressiver Entwickelung lassen sich entschieden in den Nerven der Extremität erkennen: in den vorigen Stadien sahen wir die Plexusbildung an den Nerven der vorderen Extremität vor sich gehen, wodurch alle aus den beiden Plexi auswachsenden peripheren Nervenäste zu polineuren Gebilden geworden sind, d. h. Nervenfasern aus mehr als einem Nervensegment aufgenommen haben. Im vorliegenden Stadium haben sich diese polineuren Nerven weiter differenziert und es haben sich neue Nervenstämme gebildet, so dass bereits fast alle Hauptstämme der einzelnen Nerven der freien Extremität vorhanden sind. In diesem Stadium sind folgende Nerven wohl entwickelt:

Plexus brachialis superior:

1. N. dorsalis claviculae.
2. N. cutaneus supraanconeus.
3. N. latiss. dorsi.
4. N. infraanconeus.
5. N. brachialis longus superior.
6. N. anconeus.

Plexus brachialis inferior:

1. N. supracoracoideus.
2. N. coracobrachialis.
3. N. brachialis longus inferior mit seinen Aesten:
   - A. N. brachialis longus lateralis.
   - B. N. radialis brachialis longi.
   - C. N. medianus profundus dorsalis.

D. N. medianus palmaris superficialis.
E. N. medianus palmaris profundus.

4. N. pectoralis.
5. N. ulnaris profundus.
6. N. ulnaris superficialis.

Primär gehörten alle aus dem Pl. brachialis superior stammenden Nerven der dorsalen (dorsolateralen) Fläche, alle aus dem Pl. brachialis inferior entspringenden Nerven der ventralen (ventromedialen) Fläche der Extremität an; jetzt ist insofern eine progressive Veränderung eingetreten, als der aus dem Brachialis longus inferior stammende N. medianus dorsalis profundus auf die dorsale Handfläche übergeht.

Ausdrücklich sei bemerkt, dass wir neben diesen Merkmalen progressiver Entwickelung in den Nerven noch manche Merkmale primitiven Charakters bemerken: als solche kann der allgemeine Habitus der Nerven, ihre Kürze sowie ihre divergente Verlaufsrichtung in der freien Extremität angesehen werden. Auf die metamere Zusammensetzung der Plexi, welche entschieden Züge primitiver Organisation besitzen, werden wir bei der Beschreibung eines etwas späteren Stadiums noch näher zu sprechen kommen.

Im Skelett (vergl. Taf. I, Fig. 15 mit Taf. I, Fig. 12) sind im Vergleich mit den vorigen Stadien bedeutende Veränderungen eingetreten, von dem des erwachsenen Tieres unterscheidet sich dasselbe jedoch noch sehr bedeutend: es haben sich der Schultergürtel und die Anlagen der zwei ulnaren Finger angelegt. Auch die Carpalplatte hat sich gebildet, so dass Ulna und Rarius nicht mehr, wie im vorigen Stadium, frei enden. Von den prochondralen Anlagen sind Coracoidanlage, Humerus, Ulna und Radius vorhanden. Aber das ganze Extremitätenskelett, ebenso wie die Anlagen der einzelnen Skelettstücke sind noch verhältnissmässig sehr kurz und dick; auch die Lage der Elemente ist eine andere als beim erwachsenen Tier: Brachium und Antebrachium sind im Vergleich zum Carpus und den Fingeranlagen noch sehr kurz etc., so dass wir im Allgemeinen sagen können, dass das Skelett noch auf einer verhältnissmässig niederen Entwickelungsstufe steht. Bemerkenswert ist die progressive Entwickelung der ulnaren Seite im Vergleich mit der radialen.

Was die Muskelanlagen anbetrifft, so müssen wir sagen, dass

dieselben im Vergleich zum Nervensystem noch sehr wenig differenziert sind: in letzterem sind die Nerven für die einzelnen Muskelgruppen, ja selbst für die einzelnen Muskeln ausgebildet, während diese Muskelgruppen selbst noch sehr schwach differenziert sind. Die Muskelanlagen haben wir in primäre und sekundäre eingeteilt. Hier stelle ich diese Anlagen tabellarisch zusammen:

I. Primäre Muskelanlagen (freie Extremität):

1. Dorsolaterale (dorsale) Muskelanlage (DL).
2. Ventromediane (ventrale) Muskelanlage (VM).

II. Sekundäre Muskelanlagen (Rumpfregion):

3. Mediane Muskelanlage (MM).
4. Vordere ventrolaterale Muskelanlage (Cu).
5. Vordere mediane dorsale Muskelanlage (Lss).

Die drei ersten (1, 2, 3) sind uns bereits von früheren Stadien her bekannt, die zwei letzten (4, 5) sind dagegen Neubildungen und zeigen noch keine besondere Differenzierung. Ihr weiteres Schicksal werden wir in den späteren Entwickelungsstadien noch verfolgen, jetzt sei nur eine wichtige, für die sekundären Muskelanlagen charakteristische Tatsache betont, dass dieselben nämlich in einer gewissen Entfernung vom Skelett des primären Schultergürtels entstehen und bei ihrer ersten Anlage in keinerlei Beziehungen zu letzterem stehen.

In den Muskelanlagen der freien Extremität finden wir:

1) eine histologische Differenzierung, welche sich in der erwähnten fächer—oder strahlenförmigen Anordnung der embryonalen Muskelfasern äussert; dies ist, wie wir sehen werden, ein vorübergehendes Entwickelungsstadium, welches als Einleitung zu einer höheren Differenzierung dient. Die Frage, ob diese Tatsache eine phylogenetische Bedeutung besitzt, werden wir an einer anderen Stelle dieser Arbeit besprechen.

2) eine morphologische Differenzierung, die sich erstens in der Bildung der soeben beschriebenen, in diesem Stadium noch undeutlich von einander gesonderten Schichten im Arm und Vorderarm, und zweitens in dem in proximaler Richtung vor sich gehenden Auswachsen der beiden Anlagen der freien Extremität in die Rumpfregion äussert: früher sahen wir die erwähnten Muskelanlagen (DL, VM) nur in der

freien Extremität liegen, nun können wir schon sagen, dass wir in diesen proximalen, in die Rumpfregion einwachsenden Abschnitten der Muskelanlagen der freien Extremität die Anlagen der sich vom Brachium zum Schultergürtel hinziehenden Muskeln vor uns haben. Wir haben früher gesehen, dass die Muskelanlagen der freien Extremität (oder richtiger das Zellenmaterial für dieselben) aus den in der Rumpfregion liegenden Muskelknospen in die Extremitätenleiste (also in proximodistaler Richtung) eingewandert sind; jetzt beginnt ein Wachstumsprozess in umgekehrter Richtung (distoproximaler): die Muskelanlagen der freien Extremität wachsen, so zu sagen, wieder in die Rumpfregion hinein.

Was die Differenzierung der beiden Anlagen der freien Extremität anbetrifft, so kann man dieselbe in folgender Weise tabellarisch zusammenstellen:

I. Dorsolaterale Anlage (DL).

1) Brachiumregion:

proximaler Abschnitt.

a) vorderer (A),

b) mittlerer (M) Auswuchs der dorsolateralen Anlage,

c) hinterer (P),

distaler Abschnitt:

a' dorsale Muskelanlage (DL').

2) Antebrachiumregion:

einheitliche, noch undifferenzierte Schicht (DL).

II. Ventromediane Muskelanlage (VM).

1) Brachiumregion:

a) tiefe Schicht (VM')
b) mittlere Schicht (VM'')
c) oberflächliche Schicht (VM''') } der ventromedianen Anlage.

2) Antebrachiumregion:

a) oberflächliche ulnare Schicht mit longitudinalen Fasern (VM_2),

b) oberflächliche radiale Schicht mit longitudinalen Fasern (VM_1)

c) Tiefe Schicht mit transversalen Fasern (VM_3).

Diese Anlagen sind, wie gesagt, noch nicht vollkommen von einander gesondert, und in ihrer prospektiven Bedeutung nicht gleichwertig: wie wir im Folgenden sehen werden, repraesentieren einige von ihnen einzelne Muskeln, andere ganze Muskelgruppen.

An der medianen Anlage sind, abgesehen von ihrer weiter vorgeschrittenen hystologischen Differenzierung und ihrer Sonderung von den Myotomen keine bedeutenden Veränderungen wahrzunehmen.

Hiermit können wir die Beschreibung dieses wichtigen Stadiums abschliessen und zu einem späteren, dessen Hauptzüge durch die Rekonstruktionen Fig. 26 und 27, Taf. III wiedergegeben werden, übergehen. Diese beiden Rekonstruktionen sind nach einer Serie von Flächenschnitten durch ein und dasselbe Embryo hergestellt und die eine ergänzt die andere. Um das Alter des Embryos zu charakterisieren muss ich bemerken, dass hier die Anlagen des Coracoids (CR), der Scapula (Sc), des Humerus (H), der Ulna (U) und des Radius (R) (Fig 26—27, Taf. III) schon deutlich vorknorpelig sind. Diese Anlagen sind mit einander durch jüngeres Vorknorpelgewebe verbunden, so dass die Gelenkbildung zwischen den später beweglich miteinander verbundenen Teilen noch nicht begonnen hat. Von den Fingern ist der dritte, vierte und fünfte (Dig. III—V) zur Anlage gelangt und hat die Vorknorpelbildung in denselben eben begonnen; der erste und zweite Finger fangen eben an sich als mesenchymatöse Ausbuchtungen des Randes der Carpalplatte zu bilden. Im Carpus ist das Ulnare als eine noch undeutlich abgegrenzte Anhäufung von Vorknorpelgewebe angelegt; die noch fibröse Clavicula (Cl) ist schon sichtbar.

Die NN. hypoglossus und postoccipitalis (XII, p. oc. I, Fig. 26) zeigen im Vergleich zu dem soeben beschriebenen Stadium (Fig. 15) keine wesentlichen Veränderungen, so dass ich mich bei ihrer Beschreibung nicht aufhalten werde. Was den Plexus brachialis anbetrifft, so ist der Verlauf der ihn bildenden Nerven insofern eigentümlich, als dieselben ein primitiveres Verhalten aufweisen, als dies bei dem auf Fig. 15 abgebildeten Embryo der Fall war, was sich im Verhalten der caudalen Aeste des dritten (III) und vierten (IV) Spinalnervs äussert. Wie im vorigen Stadium vereinigen sich der dritte und vierte Spinalnerv zur Bildung der ersten Ansa cervicalis, von welcher in ventro-lateraler Richtung der dicke N.

cutaneus 2—3 (cut_{2-3} Fig. 25) abgeht. Ausserdem entspringt von der Ansa ein sehr dünnes Nervenstämmchen (p_5) in caudo-ventraler Richtung, welches den R. cutaneus 4 (cut_4 Fig. 26, 27) kreuzt. Eine Vereinigung dieser äusserst feinen Nerven mit dem eigentlichen Pl. brachialis konnte ich nicht konstatieren, bezweifle auch, dass eine solche in diesem Stadium besteht. Die Homologisierung dieses Nervs ist aber um so leichter, wenn wir die Rekonstruktion Fig. 26 mit der auf Textfig. 5 abgebildeten Rekonstruktion vergleichen: seiner Lage nach entspricht dieses Nervenstämmchen genau dem caudalen Nervenast p_3 des dritten Spinalnervs auf Textfig. 5 und ist also der letzte atrophierte Rest des primären Spinalnervs des zweiten Muskelsprossess der Extremität, welcher sich bis auf dieses verhältnissmässig späte Stadium erhalten hat. Wenn wir seinen Verlauf und seine Richtung in diesem Stadium, in dem die Extremitätennerven schon die für das erwachsene Tier typische Anordnung und Lage besitzen, betrachten, so fällt seine Aehnlichkeit mit einer in Atrophie begriffener Wurzel des Pl. brachialis auf, und ich glaube, dass man diesem Nerven auch keine andere Deutung geben kann. Demnach müssen wir annehmen, dass bei den Vorfahren von Ascalabotes der *Pl. brachialis mit dem dritten Spinalnerven anfing.*

Von dem vierten Spinalnerven ging im Stad. Fig. 15 ein kurzer Zweig in caudaler Richtung ab (p_4), den ich nicht bis zum Pl. brachialis zu verfolgen vermochte; bei dem auf Fig. 26 abgebildeten Embryo zerfällt der N. spinalis IV in zwei Aeste, den schon früher beschriebenen N. cutaneus 4 (cut_4) und einen sehr dünnen caudalen Ast p_4, welcher die vorderste Wurzel des Plexus brachialis bildet. Diese Tatsache, dass nämlich ein Ast des vierten Spinalnerven bei Ascalabotes die vorderste Wurzel des Pl. brachialis bildet, ist für die Beurteilung der sich in der Ascalabotesextremität abspielenden Vorgänge äusserst wichtig: der dünne Nerv p_4 verläuft ventral und caudal, kreuzt den R. cutaneus des fünften Spinalnervs (an dessen medianen Seite verlaufend), dann den R. cutaneus des fünften Spinalnervs (p_5) und vereinigt sich zur Bildung der vordersten Ansa des Pl. brachialis zu einem Stamm mit dem N. p_5: *der Plexus brachialis besteht also in diesem Stadium aus Aesten der NN. IV... X, also aus sieben Spinalnerven und ist im Vergleich mit dem Plexus des erwachsenen Tieres, welcher nur aus fünf Nerven (VI... X) besteht,*

ein polymeres Gebilde. Ausserdem ist er mehr kranialwärts gelegen, als dies beim erwachsenen Tiere der Fall ist. Die R. cutanei des dritten, vierten und fünften Spinalnervs ($cut_3 \ldots cut_5$) verlaufen (Fig. 25) wie im Stadium Fig. 15: ein Unterschied besteht darin, dass ich im Stad. Fig. 25 den R. cutaneus 5 (Fig. 15, cut_6) vermisse: es scheint, dass sich derselbe im Laufe der Entwickelung atrophiert hat. Im Uebrigen sind in Verlauf und Anordnung der Plexuswurzeln keine bedeutenden Unterschiede zwischen beiden in Rede stehenden Stadien bemerkbar, wie es der Leser ohne weiteres aus dem Vergleich der beiden Figuren 15 und 25 ersehen wird.

Was die auf den ersten Blick befremdende Erscheinung des Fortbestehens der NN. p_3 und p_4 im späteren Stadium Fig. 25 anbetrifft, während dieselben im jüngeren Stad. Fig. 15 nicht zu sehen waren, so muss ich den Leser an die oft beobachtete Tatsache erinnern, dass die im Laufe der Entwickelung atrophierenden Bildungen sehr oft nicht zu einer und derselben Zeit bei verschiedenen Embryonen (ja selbst nicht gleichzeitig bei einem und demselben Embryo, wenn wir paarige Bildungen vor uns haben) verschwinden: es ist die von verschiedenen Autoren konstatierte und von mir selbst oft beobachtete Tatsache der embryonalen Variabilität der regressiven Organanlagen. Ich muss aber ausdrücklich bemerken, dass ich die Beteiligung des N. p_4 an der Bildung des Pl. brachialis nicht bei einem einzigen, sondern bei mehreren Embryonen von Ascalabotes beobachtet habe, so dass die Erscheinung nicht als Ausnahme, sondern als Regel anzusehen ist.

Zu den peripheren Nerven der vorderen Extremität übergehend, muss ich im Voraus sagen, dass die im Laufe der Entwickelung vor sich gegangenen Veränderung 1) im Hervorwachsen einiger in den früheren Stadien noch nicht vorhandener Nervenäste, und 2) in einer Aenderung der relativen Grösse und Länge der einzelnen Nerven bestehen. Im Stadium Fig. 15 haben wir gesehen, dass die aus dem Hauptplexus hervortretenden Nerven verhältnissmässig sehr kurz und dick waren und eine stark divergierende Verlaufsrichtung besassen. Bei Betrachtung der Fig. 26 finden wir, dass die einzelnen Nerven verhältnissmässig dünner geworden sind (ihre absolute Dicke hat selbstverständlich nicht abgenommen), und dass sie einen weniger divergenten Verlauf haben, als in dem auf Fig. 15 abgebildeten Stadium. An dieser Stelle gehe ich, um unnützen

Wiederholungen vorzubeugen, nicht in eine detailierte Beschreibung *aller Nerven der* freien Extremität ein und hebe nur die für die Entwickelung der pentadactylen Extremität charakteristischen Punkte hervor.

Der N. supracoracoideus geht aus den Plexuswurzeln IV — V, VI, VII hervor: sein Verlauf ist ohne weiters aus der Figur ersichtlich. Aus dem dicken gemeinsamen Stamm, in den sich die Wurzeln des Pl. brachialis inferior vereinigen, gehen, wie bekannt, folgende Nerven der freien Extremität hervor: Brachialis longus inferior (br. l. i) Pectoralis (pm) und Ulnaris (ul).

Der N. brachialis longus inferior (br. l. i. Fig. 25) dringt nach Abgabe des N. coracobrachialis (cbr) und des N. brachialis longus inferior lateralis (br. l. i. 1) in den Vorderarm ein, um hier in seine Endäste zu zerfallen; auf Stad. Fig. 15 zerfiel er in vier Aeste, welche fast an einer Stelle ensprangen, nämlich die NN. medianus palmaris profundus (m. p. p.) und superficialis (m. p. s.), medianus dorsalis profundus (m. p. d) und radialis brachialis longi (r. br. l): jetzt finden wir diese vier Nerven wieder (Fig. 26) (und ausserdem noch einen kleinen Muskelast für die Längsmuskeln der palmaren Seite des Vorderarms), ihre gegenseitigen Lagebeziehungen haben sich jedoch verändert: der Teil des Brachialis longus inferior nämlich, aus dem der N. medianus palmaris profundus (mpp) und medianus dorsalis profundus (mpd) entspringen, ist inzwischen in die Länge gewachsen, so dass diese Nerven mit den zwei anderen erwähnten Nerven nicht gleichzeitig, sondern weiter distal entspringen. Wir wollen ihre gemeinsame Wurzel als N. medianus bezeichnen.

Infolge dieses Wachstums der Wurzel der in Rede stehenden NN. mediani erhalten wir folgende Verteilung der distalen Aeste des Brachialis longus inferior: nach Abgabe des Brachialis longus inferior lateralis zerfällt er in der Vorderarmregion in drei Aeste, den Radialis brachialis longi (r. br. l. Fig. 26, Taf. III), welcher an der radialen und medianen Vorderarm- resp. Handseite verläuft, den Medianus palmaris superficialis (m. p. s.), der oberflächlich zwischen Radius und Ulna geht, und den N. medianus, welcher sich eine kurze Strecke zwischen Radius und Ulna hinzieht und dann, dicht vor der Carpusregion, sich in den dicken N. medianus profundus dorsalis (mpd) für die dorsale Handfläche und den dünnen N. medianus palmaris profundus (m. p. p.) für deren ventrale Fläche teilt.

Diese Veränderung in den topographischen Lagebeziehungen der Endäste des Brachialis longus inferior ist in einer Beziehung sehr interessant: sie zeigt nämlich, dass bei der Entwickelung der Nerven nicht nur ein allgemeinenes Längenwachstum der Nervenstämme, sondern auch ein lokalisiertes Wachstum der einzelnen Abschnitte der Nerven stattfindet: mit anderen Worten, gewisse Nerven oder selbst, wie in dem soeben beschriebenen Falle, gewisse Strecken eines Nervs wachsen stärker als die anderen, was eine Veränderung der primären Verteilung und Anordnung der embryonalen Nerven zur Folge hat.

Der N. ulnaris profundus (ul. p.) verläuft im Allgemeinen wie auf Fig. 15, d. h. er zieht sich an der ulnaren Seite der ventrolateralen Fläche der Extremität entlang bis in die carpale Region hinein.

Hier angelangt, biegt (Fig. 26) sein distales Ende um den ventromedianen distalen Rand des Carpus und wächst in der Richtung zur radialen Seite der Hand, *an die Basis des vierten und dritten Fingers;* einen ebensolchen, nur in entgegengesetzter Richtung vor sich gehenden Biegungsprozess (d. h. vom radialen Carpusrand zum ulnaren) erfährt das distale Ende des N. radialis brachialis longi (Fig. 26 r. br. l.): die distalen Enden dieser beiden Nerven scheinen wie im Bestreben sich zu vereinigen, einander entgegenzuwachsen. Zwischen den Enden dieser beiden Nerven liegt das distale Ende des N. palmaris medianus profundus (mpp, Fig. 26), welches sich jetzt dichotomisch geteilt hat (früher war dasselbe (Fig. 15) nicht gegabelt), wobei die beiden Enden der Gabel den Enden des Radialis brachialis longi und des Ulnaris profundus entgegenwachsen. Ich mache besonders auf die an den distalen Enden der Nerven der palmaren Handfläche vor sich gegangenen Veränderungen aufmerksam, da sie die erste Andeutung eines wichtigen und für die pentadactyle Extremität charakteristischen Prozesses, nämlich der Bildung der distalen Ansae der Nerven der freien Extremität, von denen die speziell für die Finger bestimmten Nerven ausgehen, bildet.

Die zu dem Pl. brachialis superior gehörenden Nerven sind auf den Figuren 27 und 28, Taf. III dargestellt. Fig. 27 ist eine nach derselben Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 26 gemacht ist, hergestellte Rekonstruktion, an der die Nerven des Pl. brachialis su-

perior rekonstruiert, die des Hauptplexus dagegen weggelassen sind, um die Rekonstruktion nicht zu kompliziert zu machen: die beiden Rekonstrunktionen ergänzen einander und könnten ohne Mühe zu einer einzigen vereinigt werden. Auf der Fig. 27 ist ein einzelner Schnitt derselben Serie dargestellt.

Die Wurzeln des Pl. brachialis superior sehen wir auf der Rekonstruktion Fig. 26, die allgemeine Verteilung der Nervenstämme und ihre Beziehungen zu den Skelettteilen und den Muskelanlagen der Extremität finden wir auf Fig. 27 wiedergegeben; den Pl. brachialis superior habe ich auf Fig. 12 dargestellt und eingehend beschrieben und darum bitte ich den Leser die Fig. 26 und 27 mit der Fig. 12 zu vergleichen. Bei der Vergleichung wird man ohne Mühe sehen, dass die vor sich gegangenen Veränderungen sehr bedeutend sind: die schon beschriebenen (Fig. 12) Nerven sind bedeutend in die Länge gewachsen, ihre Lagebeziehungen zu den Skelettelementen der Extremität haben sich verändert und neue Nerven haben sich entwickelt. Betrachten wir zuerst die drei Nervenstämme, welche vom Pl. brachialis superior entspringend in die freie Extremität eindringen, nämlich die NN. infraanconeus (ia), brachialis longus superior (br. l. s.) und anconeus (an, Fig. 27); diese drei Nerven ziehen einander ungefähr parallel an der dorsolateralen Seite der Extremität hin, zum Teil durch die dorsolaterale Muskelanlage, zum Teil oberflächlich von derselben [1]); im Gegensatz zu ihrem Verhalten in den früheren Stadien (vergl. Fig. 12) ziehen diese drei Nerven der Längsaxe der Extremität fast parallel, d. h. sie bilden mit derselben (Humerus) einen spitzeren Winkel als früher. Oral von den soeben beschriebenen Nerven geht vom Pl. brachialis superior der N. deltoideus claviculae (Fig. 26, dcl.), der in den vorderen Auswuchs der dorsolateralen Muskelanlage (A) eindringt, ab. Neben dem Deltoideus claviculae entspringen zwei Nerven, die zur Haut gehen (cspa): in späteren Stadien bilden sie zusammen den N. cutaneus supraanconeus. Endlich ventralwärts von diesen Nerven senkt sich in die dorsolaterale Muskelanlage ein kurzer Muskelast (schp) hinab; dies ist der uns schon bekannte

[1]) Auf eine genauere Beschreibung der Beziehungen der Nerven zu den Muskelanlagen gehe ich an dieser Stelle nicht ein, da die Schilderung derselben bequemer bei der Beschreibung der Quer- und Frontalschnitte zu machen ist.

(Fig. 12) N. scapulohumeralis profundus. In den hinteren Auswuchs der dorsolateralen Muskelanlage (P, Fig. 26) geht vom Pl. brachialis superior aus ein kurzer und dicker Nerv, der N. latissimus dorsi (ld). Die Lagebeziehungen dieser aus dem Pl. brachialis superior entspringenden Nerven zu einander und zu den proximalen Muskelanlagen der Extremität ist ohne weiteres aus dem Vergleich der Figur 26 mit den Schnitten Fig. 27 und 28 ersichtlich. Zu dem, was ich über die Veränderungen in den Lagebeziehungen der Nerven und der Skelettelemente der Extremität gesagt habe, möchte ich nur eins hinzufügen: in den früheren Stadien haben wir gesehen, dass die Extremitätennerven, welche die freie Extremität innervieren, bei ihrem Verlauf mit der Extremitätenaxe einen gewissen Winkel bildeten und diese Axe kreuzten, wogegen dieselben jetzt (dies bezieht sich sowohl auf die aus dem Hauptplexus, als die aus dem Pl. brach. superior entspringenden Nerven) der Extremitätenaxe annähernd parallel verlaufen oder mit ihr einen spitzeren Winkel als in den früheren Stadien bilden, was als eine Uebergangstufe zu einem höheren Typus angesehen werden muss.

Zu den Muskelanlagen der Extremität in diesem Stadium (Taf. III, Fig. 26—29) übergehend, müssen wir im Voraus bemerken, dass wir alle uns schon bekannten Anlagen, nämlich die dorsolaterale (DL), die ventromediane (VM), die mediane (MM), die vordere ventro laterale (cu) und die vordere mediane dorsale Muskelanlage (Lss) weiter entwickelt finden: keine von diesen Anlagen hat sich regressiv entwickelt. Ausserdem hat noch die Bildung einer neuen secundären Muskelanlage, die der hinteren dorsalen medianen Muskelanlage (S—L. s. p.) begonnen. Was die histologische Differenzierung anbetrifft, so kann ich sagen, dass die Ausbildung der embryonalen Muskelfasern bedeutend weiter vorgeschritten ist, als dies in den vorigen Stadien der Fall war: sie sind länger geworden und besitzen eine grössere Anzahl von Kernen. Bei starken Vergrösserungen bemerkt man an den Muskelfasern eine schwache Längsstreifung; von einer Querstreifung ist noch nichts zu sehen. Die allgemeine fächerförmige Anordnung der Muskelfasern in der freien Extremität ist auf Fig. 26 wiedergegeben.

Die Differenzierung, welche im Inneren der einzelnen Muskelanlagen vor sich gegangen ist, ist auf den Flächenschnitten nicht immer deutlich erkennbar und ich verlege darum die Schilderung derselben

bis zur Beschreibung der Querschnitte; hier werde ich nur die allgemeinen Lageveränderungen in den Muskelanlagen besprechen.

Im vorigen Stadium konstatierten wir nämlich sowohl in der dorsolateralen, als auch in der ventromedianen Anlage das Vorhandensein eines proximalwärts gerichteten Wachstumprozesses: in der dorsolateralen Anlage fanden wir die noch schwach ausgebildeten drei Auswüchse A, M, P; in der ventro-medianen die drei Schichten VM', VM'', VM'''. Im vorliegenden Stadium ist die Faserrichtung im Allgemeinen dieselbe, wie in den früheren Stadien; die von Muskeln freie Stelle in der proximalen Partie der dorsolateralen Anlage ist auf der Rekonstruktion durch eine punktierte Linie wiedergegeben (Fig. 26). Das Gewebe der Muskelanlagen ist an manchen Stellen gelockert, was von der Differenzierung der einzelnen Muskeln resp. Muskelgruppen abhängt: wie gesagt, bestehen die Muskelanlagen aus dicht gedrängten embryonalen Muskelfasern, während aus dem indifferenteren Gewebe zwischen ihnen später die Sehnen etc. entstehen.

Auf Fig. 26—28, Taf. III sehen wir, dass die drei Auswüchse A, M, P stark in proximaler Richtung gewachsen und scharf von einander gesondert sind, so dass man ihre Lagebeziehungen zu dem Skelett des Schultergürtels (Sc, Cr) deutlich erkennen kann. Infolge des proximalwärts gerichteten Wachstums gehören sie nicht mehr der freien Extremität, sondern der Rumpfregion an und liegen zwischen der Haut und dem Extremitätengürtel: sie (A, M, P) haben jetzt die Form flacher halbzirkelförmiger Ausbuchtungen und sind von einander durch tiefe Einkerbungen geschieden. Die mittlere (M) von ihnen liegt an der Aussenseite der Scapula (Sc); die Serie verfolgend, konnte ich jedoch konstatieren, dass ein Teil der Fasern dieser Anlage um den hinteren (caudalen) Rand der Scapula biegt, um an deren mediane Seite zu gelangen. Die vordere Anlage (A) wächst oralwärts in der Richtung zum secundären Schultergürtel (Cl) an der Aussenseite der unteren Partie der Scapula und des Coracoids (Cr); diese beiden Auswüchse M und A sind ungefähr von gleicher Grösse. Die hintere Anlage (P) dagegen, welche nach oben und hinten gewachsen ist (dorsal und caudal), ist bedeutend grösser. Zur Ergänzung des soeben Gesagten müssen wir näher auf die Beschreibung der beiden Schnitte Fig. 28 und 29 eingehen. Auf dem mehr oberflächlich gelegenen Schnitt Fig. 28 ist die Ansdehnung der drei Auswüchse A, M, P, welche fächer-

förmig von der hinteren Partie des Humerus ausstrahlen (H) zu sehen. Mit ihren distalen Enden sind diese drei Auswüchse noch miteinander verbunden oder richtiger, sie sind noch nicht von einander geschieden, und heften sich an das periphere skeletogene Gewebe des Humerus an. Wie das Studium der ganzen Serie zeigt, enden sie proximal noch frei im lockeren subcutanen Mesenchym, ohne sich an irgend welche Skelettteile des Schultergürtels resp. des Rumpfes anzuheften.

Auf dieser Figur (Fig. 28) der aus dem Pl. brachialis superior stammenden Nerven (vergl. Fig. 27) zu den Muskelanlagen ist gut zu sehen: der N. latissimus dorsi (ld) gehört zum hinteren Auswuchs (P), die NN. cutaneus supraanconeus (c. sp. a) und infraanconeus (ia) verlaufen an der Grenze zwischen hinterem (P) und mittlerem Auswuchs (M), der N. deltoideus claviculae (dcl) im mittleren und vorderen Auswuchs (A, M) der dorsolateralen Anlage.

Der Schnitt Fig. 29, Taf. III ist etwas tiefer geführt und die Auswüchse A und M werden von demselben nicht mehr getroffen, so dass nur der Auswuchs P sichtbar ist (derselbe befindet sich nämlich zwischen diesen Auswüchsen A, M und dem primären Schultergürtel). Dorsal vom Humerus sehen wir die sich zur Bildung des Pl. brachialis superior vereinigenden N. latissimus dorsi (ld) und infraanconeus (ia); etwas ventral von letzteren liegen die Querschnitte der NN. brachialis longus superior (br. l. s.) und anconeus (an). Die Wurzeln der NN. cutanei supraanconei (c. sp. a), dorsalis scapulae und deltoideus claviculae (d. cl.) liegen dicht aneinander gedrängt und von diesem Nervenkomplex geht in ventraler Richtung ein kurzer Nerv (sc. h. p.), der N. scapulohumeralis profundus, ab: dieser Nerv dringt in eine Muskelanlage (M'), welche dem Humerus dicht anliegt, ein. Die Lagebeziehungen dieser Anlage zu den NN. infra- und supraanconei, welche sich, wie gesagt, an der Grenze zwischen dem mittleren (M) und dem hinteren (P) proximalen Auswuchs der dorsolateralen Anlage hinziehen, zeigen, dass wir hier mit dem erwähnten Auswuchs der Anlage M zu tun haben: diese Muskelanlage geht von dem mittleren Auswuchs ab, biegt um den caudalen Rand der Scapula nach vorne und verbreitert sich an deren inneren medianen Seite; später bildet sich aus derselben der M. subcoracoscapularis. Auf den tiefer geführten Schnitten der Serie begegnen wir auch dem Nerv dieser Anlage (N. subcoracoscapularis).

Die Beziehungen der Nerven, welche aus dem Pl. brachialis superior stammen, erlauben uns, wenigstens zum Teil, die künftige Bedeutung der soeben beschriebenen Auswüchse (A, M, M', P) zu bestimmen, da wir diese Nerven der Lage nach mit den Nerven des erwachsenen Tieres homologisieren können. Von dem hinteren Auswuchs P, der eine typische Lage besitzt und von einem einzigen Nerv, dem N. latissimus dorsi innerviert wird, können wir sagen, dass er einem einzigen Muskel, den M. latissimus dorsi den Ursprung giebt. Der mittlere Auswuchs (M, M') stellt zur Zeit noch eine komplizierte Anlage, aus der sich im Laufe der späteren Entwickelung eine ganze Anzahl von Muskeln differenzieren wird, dar. Jetzt lässt sich nur im Allgemeinen sagen, dass in dem mittleren Auswuchs (M, M') die von der Scapula (incl. M. subcoracoscapularis) zum Humerus hinziehenden Muskeln so zu sagen in potentia enthalten sind. Der vordere Auswuchs stellt die Anlage des M. deltoideus scapulae vor.

Einen ganz ähnlichen, proximalwärts gerichteten Wachstumsprozess finden wir in der ventromedianen Muskelanlage wieder: im vorliegenden Stadium ist derselbe ebenfalls weiter vorgeschritten und es lassen sich ventral vom Coracoid zwei noch nicht ganz deutlich von einander geschiedene Anlagen unterscheiden: eine oberflächliche hintere, in die der N. pectoralis major eindringt, und eine tiefere vordere. Schon jetzt können wir sagen, dass die erste den M. pectoralis major vorstellt; die zweite Schicht ist dagegen eine undifferenzierte Anlage und entspricht einer ganzen Reihe von Muskeln, welche sich beim erwachsenen Tier vom Oberarm zu der ventralen Fläche des Coracoids hinziehen.

An der medianen Muskelanlage sind keine bedeutenden Veränderungen vor sich gegangen, so dass ich den Leser ohne weiteres auf die Vergleichung der Figuren 15 und 26 verweisen kann.

Was die secundären Muskelanlagen anbetrifft, so lässt sich von denselben ebenfalls nicht viel sagen. Die vordere laterale Muskelanlage ist grösser geworden und ihr caudales Ende hat sich dem Schultergürtel, nämlich der Anheftungstelle der Clavicula an die Scapula, genähert (Fig. 26, cu). Die Differenzierung der vorderen dorsomedianen Anlage ist in diesem Stadium ebenfalls weiter vorgeschritten, als dies im vorigen der Fall war (Fig. 26, Lss). Ein

Prozess, welcher dem zur Bildung der vorderen dorsalen medianen Anlage führenden im wesentlichen gleicht, hat sich caudal und median von der Scapula vollzogen und hier hat sich aus dem unteren Rande der Myotomreihe des Rumpfes eine neue secundäre Muskelanlage, *die hintere mediane dorsale Anlage* (Fig. 26, * *) gebildet. Da die Rekonstruktion Fig. 26 nur die allgemeinen Umrisse dieser beiden Anlagen wiedergiebt, so erlaube ich mir, um dem Leser eine bessere Vorstellung von der Entwickelung dieser wichtigen Anlagen zu geben, hier die Beschreibung eines sehr wenig späteren Stadiums (Fig. 30) anzuschliessen. Die Schnittrichtung der Serie, nach welcher die Rekonstruktion Fig. 30 hergestellt ist, ist für das Studium dieser Anlagen viel günstiger, als diejenige der Serie, die zur Herstellung der Rekonstruktion Fig. 26 diente.

Auf Fig. 30 sehen wir die Scapula (Sc), das Coracoid (Cr) und die Clavicula (Cl) fast in derselben Lage, wie auf Fig. 26. Median vom primären Schultergürtel liegt die Reihe der Rumpfmyotome (2—11). Die beiden Ausbuchtungen des ventralen Randes dieser Myotomreihe, welche die in Rede stehenden secundären Muskelanlagen (L. ss. und S—L. s. p., Fig. 30) vorstellen, haben den Schultergürtel noch nicht erreicht: im Uebrigen erkennt man ihre Ausbildung und, was für uns wichtig ist, ihre Beziehungen zu den Myotomen vollkommen deutlich. Die vordere Ausbuchtung (L. s. s.) liegt etwas vor der Scapula und an ihrer Bildung nehmen, wie aus dem Verlauf der Myocommata ganz deutlich zu sehen ist, die Myotome 2—4 Teil; sie ist durch eine Einkerbung des ventralen Randes der Myotomreihe von der hinteren Ausbuchtung (S—L. s. p.) geschieden. Diese letztere wird, wie aus der Fig. 30 ersichtlich, durch die Myotome 5—9 gebildet (S—L. s. p.) und liegt median und etwas caudal von der Scapula.

Wie gesagt, wird die Ausbildung dieser beider Anlagen durch einen localen, ventral und lateralwärts gerichteten Wachstumprozess des ventralen Randes der Rumpfmyotome bedingt. Median vom Coracoid erkennt man die mediane Muskelanlage (MM), welche ihre Abstammung von den Myotomen, aus denen die primäre Muskulatur der freien Extremität entstanden ist, noch durch das Fortbestehen des Verbindungsstranges dieser Anlage mit dem neunten Myotom (9, Fig, 30) bekundet; durch die caudal von diesem Verbindungsstrang befindliche Lüke passiert der IX-te Spinalnerv. Wenngleich

die Muskelanlagen cu, Lss und S—Lsp ihre Anheftungspunkte am Schultergürtel noch nicht erreicht haben, ist ihre Lage dennoch so charakteristisch, dass wir sie schon jetzt mit gewissen Muskeln resp. Muskelgruppen des erwachsenen Tieres identifizieren können. Die oberflächliche Muskelanlage cu (Taf. III, Fig. 30), welche, wie wir gesehen haben, von der Kopfregion zur vorderen Partie des Schultergürtels hinwächst und in zwei Zipfel ausläuft, stellt die Anlage des M. Cucullaris (oberer Teil von cu) und Sternocleidomastoideus (unterer Teil derselben) dar. Die vordere dorsale laterale Anlage (Myotome 2, 3, 4) bildet später den M. levator scapulae superficialis (L. ss). Die von den Myotomen 5, 6, 7, 8, 9 abstammende hintere Anlage (S—L. s. p.) stellt mehrere zur Zeit von einander noch nicht getrennte Muskeln, nämlich die Serratusgruppe, vor. Wie es schon früher ausdrücklich bemerkt wurde, haben diese Muskelanlagen ursprünglich mit der Extremität nichts zu tun: sie entstehen in einer gewissen Entfernung von der Extremität und treten erst secundär mit dem Extremitätenskelett in Verbindung: dadurch unterscheiden sie sich scharf von den primären Muskelanlagen, so dass die Bezeichnung „secundäre Muskelanlagen" in dieser Hinsicht für sie vollkommen passt.

Um das an den soeben beschriebenen Stadien Ermittelte zusammenzufassen, möchte ich Folgendes hervorheben: diese Stadien zeigen, wie die vorigen, eine Kombination sowohl progressiver, d. h. für die höhere pentadactyle Extremität charakteristischer, als auch primitiver Merkmale, welche als Reste eines niederen Zustandes anzusehen sind.

Zu solchen primitiven Merkmalen gehört die Polymerie des Extremitätenplexus, welcher in diesem Stadium aus sieben Nerven besteht, was bei keinem erwachsenen Reptil vorkommt. Das Verhalten des N. p_3 ist gleichfalls ein primitives Merkmal, das auf eine noch grössere Polymerie des Nervenplexus bei den Vorfahren von Ascalabotes schliessen lässt. Auch die Tatsache, dass der Plexus brachialis bei den Ascalabotesembryonen sehr nahe zur Kopfregion liegt, ist als ein Merkmal niederer Organisation anzusehen.

Als solche primitive Merkmale können noch folgende Tatsachen angesehen werden: die allgemeine Form des Handabschnittes der Extremität, wo die Finger nicht als freie Auswüchse über den distalen Rand der Extremität hervorragen: wenn wir bedenken, dass freie

und lange, durch Schwimmhäute miteinander nicht verbundene Finger für die Autosaurier charakteristisch sind, so kann diese Tatsache höchstens als das embryonale Fortbestehen eines primitiven Zustandes angesehen werden. Weiter könnten wir als primitive Merkmale die Kürze des Vorderarm-Armabschnittes im Vergleich mit dem Handabschnitt der Extremität und eine Reihe anderer Merkmale anführen.

Das Verhalten der peripheren Nerven der Extremität, wobei wir fast alle Nervenstämme des erwachsenen Tieres in ihrer typischen Lage erkennen können, muss dagegen als ein progressives Merkmal, welches mit den soeben aufgezählten Merkmalen primitiver Organisation seltsam kontrastiert, aufgefasst werden: die peripheren Nerven der Extremität zeigen in manchen Beziehungen eine beschleunigte Entwickelung und überholen die anderen Organsysteme. Das proximalwärts gerichtete Wachstum der dorsolateralen und der ventromedianen Muskelanlagen, die Differenzierung in Auswüchse und Schichten, in welchen wir schon jetzt die Anlagen bestimmter, für die pentadactyle Extremität typischer Muskeln erkennen können, weiter die Differenzierung der secundären Muskelanlagen, welche sich aus der Rumpfmuskulatur herausdifferenzieren und zum Schultergürtel hinwachsen sind neue, für den pentadactylen Extremitätentypus charakteristische Verhältnisse. Bei Fischen (und bei den Embryonen der Quadrupeda) bleibt die Muskulatur, wie bekannt, hauptsächlich auf die freie Extremität beschränkt und ihre Beziehungen zum Schultergürtel sind noch schwach ausgeprägt. Bei den Quadrupeda ist dagegen die 1) vom Oberarm zum Schultergürtel und 2) die vom Schultergürtel zum Rumpfskelett ziehende Muskulatur stark ausgebildet und differenziert. Bei den soeben beschriebenen Embryonen finden wir so zu sagen ein Uebergangsstadium vom ersten zum zweiten Typus der Extremität.

Bei der Beschreibung des Stadiums Fig. 26—30 haben wir die Differenzierung der Anlagen der Muskulatur der freien Extremität nur wenig berücksichtigt. Bei dem älteren Embryo, dessen Extremität in eine Serie von Querschnitten zerlegt wurde, von welchen einige auf der Figur 32 und den folgenden abgebildet sind, sind die Beziehungen zwischen den Muskelanlagen, Nerven und Skelett der freien Extremität erstens infolge der für diesen Zweck günstigeren Schnittrichtung und zweitens, weil die Anlagen selbst in diesem spä-

teren Stadium besser differenziert sind, viel besser zu erkennen. Da aber in diesen späteren Stadien die Beziehungen zwischen Nerven, Muskeln und Skelett der Extremität sehr kompliziert sind, so will ich der Beschreibung der einzelnen Querschnitte die Beschreibung der Rekonstruktion Fig. 31, welche ein Uebersichtsbild des Verlaufs der Extremitätenerven in diesem Stadium und ihrer Beziehungen zu dem Extremitätenskelett giebt, vorausschicken. Die Rekonstruktion ist nach einer Serie von Flächenschnitten durch ein ziemlich vorgeschrittenes Stadium, bei dem bereits alle fünf Finger ausgebildet und eine Anzahl von Skelettelementen im Carpus schon vorknorpelig ausgeprägt sind, angefertigt. Diese Rekonstruktion (Fig. 31) mit den Fig. 26 und 27 vergleichend, sehen wir, dass im späteren Stadium der Pl. brachialis aus Zweigen der Spinalnerven V bis X besteht: eine Beteiligung des Spinalnerven IV an der Bildung des Pl. brachialis konnte ich weder in diesem, noch in den späteren Stadien konstatieren: wir können also annehmen, dass sich der N. p_4 zwischen den Stadien Fig. 26 und Fig. 31 reduziert. In diesem letzten Stadium besteht der Pl. brachialis aus sechs (V—X) Nerven. An den beiden Plexus (superior und inferior) hat die Differenzierung der Nerven bedeutende Fortschritte gemacht. Aus dem Pl. brachialis superior entspringen in diesem Stadium (Fig. 31) folgende Nerven: NN. deltoideus clavicularis (d. cl.), cutaneus supraanconeus (c. sp. a) (zwei Aeste), dorsalis scapulae (d. sc.) scapulohumeralis profundus (sc. h. p.). Alle diese Nerven entspringen aus der vorderen Partie des Pl. superior und innervieren Derivate des vordern und mittleren Auswuchses (A, M) der dorsolateralen Muskelanlage und die Haut der proximalen dorsalen Partie der Extremität und des an dieselbe grenzenden Gebietes des Rumpfes. Etwas weiter caudal entspringt vom Plexus der N. subcoracoscapularis (sc. sc.), welcher, um den hinteren Rand der Scapula biegend, sich an deren mediane Fläche zu seinem Muskel begiebt. Weiter caudal entspringen vom Pl. brachialis superior die NN. infraanconeus (ia), brachialis longus superior (br. l. s.), anconeus (an) und latissimus dorsi (l. d.). Im vorigen Stadium sahen wir die NN. brachialis longus superior und anconeus in ihrem ganzen Verlauf von einander getrennt gehen: jetzt haben sich diese Nerven auf einer gewissen Strecke (Fig. 31) dicht an einander gelegt, so dass sie nur in ihrer distalen Partie und an ihrer Wurzel von einander getrennt erscheinen.

Vom Plexus brachialis inferior zweigt sich vorne der N. supracoracoideus (spc.), ventral der N. pectoralis (pm.) ab und nach Abgabe dieser Nerven trennt sich der Hauptstamm in 1) den N. brachialis longus inferior und 2) den N. ulnaris, welcher in seine zwei Aeste, den N. ulnaris superficialis und den N. ulnaris profundus zerfällt (ul. s., ul. pr.). Vom N. brachialis longus inferior zweigen sich der N. coracobrachialis (cr.), der brachialis longus inferior lateralis (br. l. i. l.), aus dem der R. musculocutaneus hervorgewachsen ist, ab, und dann trennt sich der Stamm des Brachialis longus inferior in die bekannten drei Aeste für den Vorderarm und die Hand, nämlich den N. radialis brachialis longi (r. br. l.), den N. medianus palmaris superficialis (m. p. s.) und den N. medianus communis (m. c.), welcher etwas weiter distal in den N. medianus profundus dorsalis (m. p. d.) und den N. medianus palmaris profundus (m. p. p.) zerfällt. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass der N. medianus communis viel länger geworden ist als im vorigen Stadium, so dass es ganz klar ist, dass er viel intensiver in die Länge gewachsen ist als die anderen Nerven des betreffenden Abschnitts der Extremität. Der N. medianus profundus dorsalis ist an seinem Ende in eine Anzahl von Aesten, welche sich dichotomisch teilen und in die Finger eindringen, geteilt.

Interessant ist das Verhalten der Nerven an der palmaren Fläche der Hand. Auf Taf. II, Fig. 15 haben wir gesehen, dass das distale Ende des N. ulnaris profundus in der Richtung des radialen Randes der Extremität umzubiegen begann, während dagegen das distalen Ende des N. radialis brachialis longi ulnarwärts abbog: zwischen den Enden dieser beiden Nerven lag das dichotomisch geteilte Ende des N. medianus palmaris profundus. Jetzt ist dieser Wachstumsprozess der Enden der in Rede stehenden Nerven abgeschlossen: die drei Nerven sind weiter gewachsen und ihre Enden sind untereinander verschmolzen, so dass sie in diesem Stadium so zu sagen einen distalen Plexus inferior bilden, welcher zwei Ansae besitzt: das Ende des N. radialis brachialis longi hat sich mit dem radialen Ende des medianus palmaris profundus (Fig. 31, Ansa I.) und das ulnare Ende dieses Nerven mit dem Ende des N. ulnaris (*) vereinigt (Ansa II). Ausserdem sind die NN. radialis brachialis longi und ulnaris profundus noch unmittelbar mit einander duch eine Commissur (**) vorbunden. Die Nerven für die Finger entspringen jetzt aus diesem Plexus distalis.

Wenn wir die Befunde über die Extremitätennerven in diesem Stadium zusammenfassen, finden wir, dass die Veränderungen im proximalen Abschnitt der Extremität keine sehr bedeutenden sind: (Reduktion der Plexuswurzel p_4, Auftreten einiger neuer Nervenäste, Vereinigung der NN. brachialis longus superior und anconeus, Längenwachstum einzelner Nerven etc.). Alle diese Veränderungen schliessen sich unmittelbar an die von uns in früheren Stadien konstatierten Zustände an und bilden so zu sagen ihre unmittelbare Fortsetzung. Ein grösseres Interesse bieten die Veränderungen, welche an der distalen Partie der Extremität vor sich gegangen sind: erstens sehen wir bei der Differenzierung des N. medianus communis, wie die Differenzierung der einzelnen Nerven dieser Region vor sich geht: das ungleichmässige Wachstum einer gewissen Strecke eines Nervenstammes verändert die ursprünglichen topographischen Verhältnisse der embryonalen Nerven *). Dass verschiedene Anlagen mit einer verschiedenen Intensivität wachsen und dass sich dadurch ihre topographischen Beziehungen zu einander verändern, ist eine längst bekannte, wenn auch vielleicht nicht genügend gewürdigte Tatsache. Hier ist aber der Umstand, dass verschiedene Strecken eines der Länge nach gleichartigen Gebildes, wie ein Nervenstamm, mit verschiedener Intensivität wachsen, interessant.

Eine nicht minder interessante Tatsache ist die Ausbildung des Pl. distalis der Extremität. In den vorigen Stadien haben wir die Bildung des proximalen Plexus (superior und inferior) an der Basis der Extremität beobachtet: aus diesem Plexus drangen in die freie Extremität die dorsalen (dorsolateralen) und palmaren (ventromedialen) Nerven, von denen ein jeder Nervenfasern aus mehreren Nervensegmenten enthält, also ein polyneures Gebilde vorstellt, ein. Ursprünglich sind beim Embryo die aus dem Pl. brachialis superior stammenden Nerven auf die palmare Fläche der Extremität angewiesen. Im Laufe der Entwickelung sind aber einige von den aus dem Pl. brachialis inferior stammenden Nerven (der Medianus dorsalis profundus, der N. ulnaris superficialis) auf die dorsale Seite der Extremität übergegangen und dadurch wird dieser primäre Zustand durch einen neuen, bei dem die soeben erwähnte Lokalisation nicht so streng durchgeführt ist, ersetzt.

*) Selbstverständlich vollziehen sich solche Prozesse nicht nur in der distalen, sondern auch in der proximalen Region der Extremität.

Ausserdem hat sich der Plexus inferior distalis gebildet, d. h. es hat sich ein neuer Austausch der Nervenfasern der aus dem Pl. brachialis inferior stammenden Nerven (ulnaris profundus, medianus profundus dorsalis, und radialis brachialis longi) vollzogen, so dass die Nerven für die Finger aus diesem Plexus distalis hervorgehen und Fasern aus den verschiedenen Komponenten des Plexus enthalten.

Wenn wir die Frage über die Bedeutung des Plexus distalis aufstellen, so können wir selbstverständlich nur eine hypothetische Antwort erwarten; meine Ansicht über diese Frage ist folgende: wir wissen erstens, dass an der Extremität der Pentadactylier ein kompliziertes System von Beugemuskeln in der Autopodiumregion entwickelt ist (was wahrscheinlich mit der Ausbildung der frei beweglichen Finger im Zusammenhang steht), und dass zweitens bei diesen Tieren die palmare Fläche der Hand eine grosse biologische Bedeutung als Tastwerkzeug besitzt. Am naheliegendsten scheint es mir die Komplikation in der Verteilung der Nerven, welche sich in der Bildung des Brach. distalis äussert, mit diesen Tatsachen in einen causalen Zusammenhang zu bringen: wenn dies aber der Fall ist, so müssen wir die Komplikation als ein Merkmal progressiver Organisation ansehen. Hiermit können wir die Beschreibung der Rekonstruktion Fig. 31 abschliessen und zum Studium der Querschnitte Taf. III und IV, Fig. 32... 38, an denen die Beziehungen zwischen Muskeln, Nerven und Skelett besser zu erkennen sind als auf den Flächenschnitten, übergehen.

Diese Abbildungen sind einer Serie durch die vordere Extremität eines Embryos, welcher dem Alter nach demjenigen, nach dem die Rekonstruktion Fig. 31 angefertigt ist, sehr nahe steht, entnommen. Um uns die vor sich gegangene Differenzierung der Muskelanlagen und die Beziehungen derselben zu den Nerven und dem Skelett besser vorzustellen, müssen wir die Fig. 32—38 mit den Rekonstruktionen Taf. III 26, 27, 38 und den Querschnitten 19—25 Taf. III vergleichen.

Der auf der Fig. 32, Taf. III abgebildete Querschnitt geht durch die Metacarpusregion der Extremität. Auf dem Stadium Fig. 26 sahen wir, dass die beiden Muskelanlagen der freien Extremität (DL, VM) distal mit einem abgerundeten Rande endeten, ohne Ausläufer in die Finger zu geben: es waren in diesem Stadium noch keine An-

lagen der Fingermuskulatur ausgebildet. Im vorliegenden Stadium hat die Entwickelung in dieser Beziehung einen Fortschritt gemacht. Auf der Fig. 32 sieht man den Querschnitt der Handplatte mit den schon früher beschriebenen Randgefässen (vergl. Fig. 19 und folg.) UG, RG und die durchschnittenen Metacarpalia III, IV, V (Fig. 32, Dig. III—V), welche miteinander durch eine Schicht dichten Mesenchyms verbunden sind. Zwischen den Metacarpalia und der Haut befinden sich die Anlagen der Streck- (Fig. 32, me_2, me_4, me_5) und Beugemuskeln (mf_3, mf_4, mf_5) der Finger: diese Anlagen zeigen auf dem Querschnitt eine ovale Gestalt. Wenn wir die Serie verfolgen, so erkennen wir, dass es Stränge sind, welche an der Aussen-resp. Innenseite der Metacarpalia verlaufen und distal frei enden, proximal aber unmittelbar in die dorsolaterale und die ventromediane Muskelanlagen des Carpus übergehen. Auf der dorsalen Seite verlaufen (Fig. 32) zwischen diesen Muskelanlagen die distalen Aeste des N. medianus profundus (mpd_3, mpd_4), an der palmaren Seite die aus dem Pl. brachialis distalis entspringenden Nerven (dp_{3-4}). Die Veränderung in der Ausbildung der Muskulatur besteht also darin, dass sich eine besondere Streck-resp. Beugemuskulatur der einzelnen Finger auszubilden anfängt, welche einem localen Auswachsungsprozess (den Fingerstrahlen entlang) des distalen Randes der schon vorhandenen Muskelanlagen ihren Ursprung verdankt. Interessant ist es, dass sich dieselbe in einem Stadium, in dem die Fingerstrahlen noch in der einheitliche Handplatte eingebettet sind, ausbildet.

Der Schnitt Fig. 33 ist weiter proximal, ungefähr durch dieselbe Region, welche von dem Schnitt Fig. 18 getroffen ist, geführt. Auf diesem Schnitt sehen wir die Querschnitte der Ulna (U) und des Radius (R), den der Schnitt nur in seiner distalen Partie getroffen hat, da infolge der Krümmung des Arms in der Region des Ellenbogens (vergl. Fig. 31) die Schnittfläche nicht ganz senkrecht zur Axe des Vorderarms geht.

Die dorsolaterale Muskelanlage (DL), die im Stadium Fig. 18, 19 noch vollkommen undifferenziert war, hat sich hier in einzelne Schichten gesondert: wir können das Vorhandensein einer oberflächlichen Schicht, welche aus Längsfasern besteht und einer tieferen Schicht, deren Fasern der Quere nach gerichtet sind (DL_3) konstatieren. Die oberflächliche Schicht stellt, wie der Ver-

gleich mit späteren Stadien ergiebt, die Anlage der Extensorenmuskeln des Vorderarms und der Hand (M. extensor digitorum communis (DL_2) und der M. extensor carpi ulnaris (DL_1)) dar; wenn wir aber die tiefe Anlage auf der Serie verfolgen, so finden wir, dass dieselbe der äusseren Fläche des ersten Fingers entlang läuft: dies ist die Anlage des M. abductor et extensor pollicis longus (DL_3).

Unter dieser Anlage geht von der Ulna zum Radius eine ebenfalls transversale Schicht von embryonalen Muskelfasern.

An der ventromedianen Seite sehen wir (Fig. 33) ebenfalls drei Muskelanlagen, eine tiefe (VM'_3, VM_3), aus transversalen, fächerförmig von der Ulna zum Radius und zur oberflächlichen Schicht ausstrahlenden Fasern bestehende, und zwei oberflächliche Schichten (VM_2, VM_1). Die erste kleinere (VM_2) liegt unmittelbar der Ulna an und ist deutlich von der zweiten grösseren geschieden (VM_1); in beiden Anlagen laufen die Muskelfasern in longitudinaler Richtung. Distal verschmelzen die erwähnten Muskelanlagen (an der dorsalen und an der palmaren Seite) miteinander und ergeben die einheitlichen Schichten, aus denen die soeben beschriebenen Auswüchse, die Anlagen der Fingermuskeln, hervorwachsen. Auf der Fig. 33 sehen wir eine ziemlich grosse Anzahl von Nerven, welche wir jetzt berücksichtigen müssen. Der Vergleich mit der Fig. 31 zeigt, dass es Aeste des N. brachialis longus inferior sind. An der dorsalen Seite, zwischen Ulna (U) und Radius (R), unmittelbar unter der transversalen Muskelschicht DL_2, sehen wir den Querschnitt des N. medianus profundus dorsalis (Fig. 33, mpd); nach aussen von demselben, zwischen der transversalen (DL_3) und der longitudinalen (DL_2) Muskelschicht liegen zwei Nervenstämme (msd'); wie uns das Studium der Serie lehrt, sind es Nervenäste, welche sich von dem Medianus dorsalis profundus abgezweigt haben und durch die Muskelanlage DL_2 hindurch zur Haut gehen: sie gehören dem N. medianus superficialis dorsalis an. Median vom N. medianus dorsalis profundus (mpd), in der inneren transversalen Muskelschicht liegt der N. palmaris profundus (mpp, Fig. 33); ihm gegenüber zwischen den Muskelanlagen VM_1 und VM_3 sehen wir den Querschnitt eines nicht unansehnlichen Nervenstammes (mpp^1): es ist ein R. muscularis für die Anlage VM_1, der sich von dem medianus palmaris profundus abzweigt.

Zwischen der Ulna und der ulnaren Muskelanlage VM_2 erkennen wir (Fig. 33) den Querschnitt des N. ulnaris profundus (ul. pr.); weiter ulnar, in der Nähe des ulnaren Randgefässes (UG) geht der N. ulnaris superficialis (ul. s.), welcher, wie aus seiner Lagebeziehung zum Randgefäss ersichtlich, in dieser Region auf die dorsale Seite der Extremität übergegangen ist.

Fast dieselbe Lagebeziehung zum Radius (R), wie der N. ulnaris profundus zur Ulna, zeigend, geht der N. radialis brachialis longi (r. br. l). In der longitudinalen Muskelschicht (VM_1), in der Nähe der Haut, sehen wir endlich den Querschnitt des N. medianus superficialis palmaris (msp).

Der Schnitt Fig. 34 ist etwas weiter proximal, ungefähr durch die Mitte des Vorderarms geführt. An der dorsolateralen Seite sehen wir die beiden Abschnitte der äusseren longitudinalen Schicht der dorsolateralen Muskelanlage (DL) Fig. 34), den ulnaren (DL_1) und den radialen (DL_2), deutlich von einander geschieden. Ausserdem liegt zwischen der ulnaren Schicht (DL_1) und der ulnaren Randvene (UG), lateral von der Ulna, eine Muskelanlage, welche auf den vorigen mehr distal gelegenen Schnitten noch nicht zu sehen war. Ihre Lagebeziehung zu der Randvene zeigt, dass sie (DL_5) ein Differenzierungsprodukt der dorsolateralen Anlage ist: ihrer Lage nach könnten wir sie als dorsoulnare Schicht bezeichnen. Diese drei Anlagen (DL_1, DL_2, DL_5) bilden zusammen eine oberflächliche Muskelschicht an der dorsolateralen Seite der Extremität. Die tiefe Schicht mit transversalen Fasern finden wir auf diesem Schnitt nicht mehr vor, an der radialen Seite des Vorderarms sehen wir jedoch Fasern, welche vom Radius schief zur radialen oberflächlichen Anlage ausstrahlen und von dieser letzteren noch nicht deutlich gesondert sind (DL_4): sie bilden eine tiefe Schicht mit schräg zur Axe des Antebrachiums gerichteten Fasern.

An der ventromedianen Seite der Extremität sehen wir (Fig. 34) wieder die oberflächlichen radialen und ulnaren Schichten (VM_1, VM_2) und die tiefe Schicht mit transversal gerichteten Fasern (VM_3).

Was die Nerven der dorsolateralen Seite anbetrifft, so hat sich der N. medianus superficialis dorsalis und seine Aeste schon mit dem Stamm des N. medianus dorsalis profundus vereinigt, und dieser letztere ist mit dem medianus palmaris profundus zum Stamm des N. medianus communis verschmolzen (mp. p., Fig. 34); zwischen

den Muskelanlagen DL_2 und DL_4 sehen wir den brachialis superior longus liegen (br. l. s).

An der ventromedianen Seite des Vorderarms erkennen wir ausser dem medianus communis und seinen Muskelästen (mmp'), die beiden NN. ulnares, den Radialis brachialis longi und den N. medianus palmaris superficialis (ul. pr., ul. s., r. br. l., mps); die Lagebeziehungen dieser Nerven zu den Muskelanlagen sind ohne weiteres aus der Fig. 34 ersichtlich.

Jetzt entsteht für uns die Frage, welchen Muskeln des erwachsenen Tieres die beschriebenen Muskelanlagen des Vorderarms und der Hand entsprechen. Aus der dorsolateralen und der ventromedianen Anlage haben sich zum Teil Anlagen für einzelne Muskeln, zum Teil zusammengesetzte Anlagen, von denen jede einer Anzahl von Muskeln des erwachsenen Tieres entspricht, herausdifferenziert. An der Streckseite finden wir die Anlage DL_3, welche sich in den Extensor und Abductor pollicis verwandelt, dann die Anlagen DL_1 und DL_5, die den M. extensor carpi ulnaris und den M. anconeus quintus vorstellen, was aus ihrer Lage und ihren Beziehungen zu den Nerven leicht zu ersehen ist. Eine jede von diesen Anlagen stellt einen einzigen, noch nicht vollkommen differenzierten Muskel vor.

DL_2, DL_4 stellen dagegen die noch undifferenzierten Anlagen der übrigen Streckmuckeln der Hand dar, welche die MM. extensor digitorum communis, extensores carpi radialis, und supinator enthalten. Eine Sonderung dieser Muskeln ist im vorliegenden Stadium eben angedeutet.

An der ventromedianen Seite stellt VM_3 die MM. pronatores quadratus und teres, VM_2 den Flexor carpi ulnaris dar, endlich VM_1 ist die noch undifferenzierte Anlage der übrigen Beugemuskeln des Vorderarms (MM. flexor digitorum profundus, flexores carpi radialis). Die carpale Muskulatur (die MM. lumbricales, interossei, abductores, opponentes dors. et palm.) wird durch die zwei erwähnten noch einheitlichen Anlagen repraesentiert, aus denen die noch indifferenten Anlagen der speziellen Extensores und Flexores der Finger hervorzuwachsen anfangen.

Die Serie weiter proximal verfolgend, kommen wir in die Brachiumregion, zu welcher die drei abgebildeten Schnitte Fig. 35, 36, 37 gehören. Der Schnitt Fig. 35 ist durch die distale Partie des Humerus (H)

geführt. Die Lage der Anlagen der dorsomedianen und der ventro medianen Seite der Extremität ist in dieser Region, wo der Quer schnitt den Arm im Zusammenhang mit dem Rumpf trifft, nicht so leicht, wie auf den vorhergehenden Schnitten zu unterscheiden, sie lässt sich jedoch bestimmen, wenn man die Lage der beiden Randgefässe (UG, RG) berücksichtigt und sich eine Linie durch diese beiden Gefässe und die Anlage des Humerus gezogen denkt. Wenn der Leser sich der Mühe unterzieht, die Lage der verschiedenen Anlagen der Extremität in den Stadien Fig. 7, 19—22 und 33—38 mit einander zu vergleichen, so wird er die Ursache, weshalb ich die Bezeichnungen „dorsal" und „ventral" durch „dorsolateral" und „ventromedian" ersetzt habe, leicht erkennen.

An der dorsolateralen Seite (Fig. 35 DL) in der Nähe des Randgefässes (also an der medianen Seite) sehen wir den proximalen Abschnitt der dorsolateralen Muskelanlage—wir können schon jetzt sagen, dass dieselbe hier die Anlage der Anconeusmuskulatur vorstellt. An dieser Seite der Extremität finden wir auf dem Querschnitt vier Nervenstämme, welche alle zum Pl. brachialis superior gehören: wir sehen hier zwei oberflächliche Nerven (ia_1, ia), welche unmittelbar unter der Haut verlaufen und die Aeste des N. infraanconeus repraesentieren; median von denselben, in der Nähe des Humerus, verläuft der N. brachialis longus superior (br. l. s): er ist in das den Humerus umringende Gewebe eingebettet und später bildet sich an dieser Stelle der Kanal, durch den dieser Nerv beim erwachsenen Tiere geht. Die Strecke zwischen dem dorsalen Ast des N. infraanconeus (ia) und dem brachialis longus superior wird nicht von Muskelanlagen eingenommen, was bereits bei der Beschreibung der Flächenschnitte bemerkt wurde. In der Anlage der Anconeusmuskulatur endlich sehen wir einen dünnen Nerv, den N. anconeus (an).

An der ventromedianen Seite der Extremität (VM) konstatierten wir in dieser Region in dem auf Fig. 21, 22 dargestellten Stadium das Vorhandensein von drei noch undeutlich differenzierten Muskelschichten (VM′, VM″, VM‴): im vorliegenden Stadium (Fig. 35, Taf. III) sind diese Schichten deutlicher differenziert und besser von einander gesondert. Die am meisten lateral gelegene Schicht (VM′) liegt zwischen dem Humerus (H), dem N. infraanconeus (ia) und dem radialen Randgefäss (RG), greift also auf die dorsolaterale Seite der

Extremität ein wenig über. An dieser Stelle ist sie ziemlich deutlich von der neben ihr liegenden mittleren Schicht (VM″) abgegrenzt. Ihrer Lage nach können wir dieselbe als Anlage des M. humeroantebrachialis (VM′) auffassen, was auch bei der Vergleichung mit den späteren Entwickelungsstadien vollkommen bestätigt wird. Die Anlage AM″ hat sich in diesem Stadium in zwei Abschnitte geteilt: der eine derselben liegt mehr ventral (VM_1''), der Humeroantebrachialisanlage (VM) und dem Humerus anliegend; der andere (VM_2'') liegt mehr dorsal zwischen den NN. brachialis longus inferior (br. l. i.) und ulnaris (ul.): der erste repraesentiert den M. biceps (VM_1'') der zweite die MM. coracobrachiales (VM_2''), an dieser Stelle den M. coracobranchialis longus.

Endlich finden wir auf diesem Schnitt die Anlage VM‴ wieder; im Stadium Fig. 21 lag diese Anlage noch im Bereiche der freien Extremität, jetzt aber (Fig. 35, VM‴) finden wir sie im Bereiche der Rumpfregion, in welche sie hineingewachsen ist, liegen. In dieser Anlage verzweigen sich die Endäste des N. pectoralis major (pm) und so können wir mit Bestimmtheit sagen, dass wir hier die Anlage des M. pectoralis vor uns haben. Von den Nerven der ventromedianen Seite ist nicht viel zu sagen: wir sehen hier den erwähnten N. pectoralis (pm), den Brachialis longus inferior (br. l. i.) und den N. ulnaris (ul), deren Beziehungen zu den Muskelanlagen ohne weiteres aus der Fig. 35 ersichtlich sind.

Der folgende Schnitt ist (Fig. 36, Taf. IV) etwas mehr proximal durch den vorderen Teil des Humerus (H) geführt. Auf diesem Schnitt sehen wir, wie aus dem dem Humerus lateral anliegenden Mesenchym sich der Condylus radialis ausbildet. An der dorsolateralen Seite finden wir die Anconeusanlage (AM) und die NN. anconeus (an), brachialis longus superior (br. l. s.) und die beiden Aeste des Infraanconeus (ia, ia). An der ventromedianen Seite (VM) finden wir die soeben beschriebenen Muskelanlagen (Humeroantebrachialis inferior (VM′), Biceps (VM_1'') und Coracobrachiales (VM_2'') und Pectoralis (VM‴); die Anlage der MM. coracobrachiales erscheint hier in zwei Teile getrennt, und von der Anlage des Pectoralis sehen wir nur den proximalen Teil (VM‴), welcher den Biceps umbiegt, um an seine Anheftungsstelle am Humerus zu gelangen.

Der auf der Fig. 37, Taf. IV abgebildete Schnitt ist durch die proximale Partie des Humerus (H) geführt; von den Skelettteilen ist ausser

dem Humerus noch das Coracoid vom Schnitt getroffen (Cr). An der dorsomedianen Seite finden wir die Anlage des M. anconeus (Fig. 37) (an dieser Stelle den Anconeus scapularis). Dorsal von dieser Anlage sehen wir in der Rumpfregion die Anlage des M. latissimus dorsi (Ld), welcher, wie man sich erinnern wird, sich aus dem hinteren proximalen Auswuchs der dorsolateralen Anlage (P, Fig. 27) bildet. Von den Nerven sehen wir die NN. infraanconei (ia, ia), welche sich zu einem Stamm vereinigen, den Anconeus (an) und den Brachialis longus superior (br. l. s.), welche sich gleichfalls einander genähert haben; in der Anlage des M. anconeus finden wir einen diesen Muskel versorgenden Nerv und endlich in der Anlage des M. latissimus dorsi den gleichnamigen Nerv (ld).

An der ventromedianen Seite befindet sich die proximale Partie des M. humeroantebrachialis (h. a. br. M') und median von derselben, zwischen Humerus und Coracoid eine noch undifferenzierte Anlage (VM''), durch die der sich vom Brachialis longus inferior (br. l. i.) abzweigende N. coracobrachialis geht (cbr). Das Studium der Serie zeigt, dass die Anlagen des Biceps und der MM. coracobrachiales proximalwärts ziehend in dieser Region noch miteinander verbunden sind und so diese Anlage bilden: distal sind diese Muskeln, wie wir gesehen haben, getrennt. Median von Coracoid finden wir den Querschnitt der uns bekannten medianen Anlage (M).

Der Schnitt Fig. 38, Taf. IV endlich hat den Schultergürtel dicht oral von der Anheftungsstelle des Humerus getroffen. Im Coracoid (Cr) sehen wir den Canalis supracoracoideus, durch den der gleichnamige Nerv passiert (spc); dieser Nerv tritt in eine Muskelanlage, die einen Teil der primären ventromedianen Anlage vorstellt und aus der sich der M. supracoracoideus bildet (Spc). Alle anderen auf dieser Figur sichtbaren Muskelanlagen sind Derivate der dorsolateralen Muskelanlage. Leicht erkennbar ist der M. latissimus dorsi (Ld), mit seinem Nerv (ld), dessen Ursprung aus dem Pl. brachialis superior (pl. br. s.) hier deutlich zu erkennen ist. Ausserdem finden wir auf diesem Schnitt die Derivate des mittleren Auswuchses der dorsolateralen Muskelanlage (M. Fig. 26) und zwar an der Aussenseite des primären Schultergürtels den oberflächlichen M. dorsalis scapulae (D. sc.) und den tiefer liegenden M. scapulohumeralis profundus (Sc. h. pr., Fig. 38) mit seinem Nerv (sc. h. pr.), und an der inneren Seite des primären Schulter-

gürtels den sich an der medianen Seite des Coracoids ausbreitenden M. subcoracoscapularis (sc. sc, Fig. 38). Auf diesem Schnitt ist es vollkommen deutlich, dass der Nerv dieses Muskels (sc. sc.) sich von dem Pl. brachialis superior (pl. br. s.) abzweigt, so dass wir mit Sicherheit sagen können, dass seiner Entwickelung und seiner Innervierung nach, dieser Muskel, trotz seiner absonderlichen Lage an der Innenseite des primären Schultergürtels, *dem System der dorsolateralen Muskeln angehört*. Hiermit kann ich die Beschreibung der Querschnitte dieser Serie abschliessen: die Muskelanlagen in der Region, welche weiter nach vorne liegt, sind infolge der Biegung des Körpers des Embryos nicht gut erkennbar.

Um dem Leser ein möglichst konkretes Bild der Differenzierung des proximalen Teils der dorsolateralen Muskelanlage zu geben, füge ich hier die Beschreibung einer nach Sagittalschnitten augefertigten Rekonstruktion (Fig. 39), wo diese Anlagen besser zu sehen sind, bei. Von den Skelettteilen sehen wir auf dieser Rekonstruktion die Scapula (Sc), Clavicula (Cl) und den proximalen Teil des Humerus (H). Um das Bild nicht allzu kompliziert zu machen, habe ich nur einige von den aus dem Pl. brachialis superior ausgehenden Nerven wiedergegeben (vergl. die Rekonstruktion Fig. 31, auf der die Nerven dargestellt sind.).

Der dorsolateralen Seite des Humerus entlang läuft die Anlage des M. anconeus scapularis (An. sc., Fig. 39), welche proximal in einer dichten, später zur Sehnenbildung dienenden Mesenchymschicht endet. Median vom proximalen Ende des Anconeus scapularis heftet sich dem Humerus der M. latissimus dorsi (Ld) an. Wir wissen, dass dieser Muskel sich aus dem hinteren proximalen Auswuchs der dorsolateralen Anlage entwickelt hat, welcher proximal (dorsal und caudal) in die Rumpfregion eingewachsen ist. Bei Vergleichung der Figuren 15, 26 und 39 (P) miteinander, können wir die verschiedenen Stadien dieses Einwachsungsprocesses verfolgen. Im Stadium Fig. 39 ist dieser Wachstumsprocess noch nicht abgeschlossen: der Latissimus dorsi hat seine proximale Anheftungsstelle, nämlich die Processi spinosi der Rumpfwirbel, noch nicht erreicht und endet zwischen der Haut und der dorsalen Rumpfmuskulatur frei. Man beachte, wie sich sein proximales Ende während des Wachstums verbreitert hat (vergl. Fig. 26 und 39).

Wir können also schon jetzt sagen, dass aus der Anlage P der

vorigen Stadien sich nur ein einziger Muskel, der Latissimus dorsi, entwickelt, so dass die Differenzierung derselben eine verhältnissmässig einfache ist.

Der vordere proximale Auswuchs der dorsolateralen Anlage (A, vergl. Fig. 26) ist ebenfalls bedeutend nach vorne, in der Richtung der Clavicula, ausgewachsen und hat diese letztere fast erreicht; eine Differenzierung in mehrere Muskelanlagen bemerken wir an ihm (ebenso wie bei P) nicht: er stellt eine einheitliche Bildung dar. Ihrer Lage und ihrer Innervation durch den N. deltoideus claviculae (Fig. 39, dcl) nach, bietet die Homologisierung dieser Anlage gleichfalls keine Schwierigkeiten: (A) wir haben es mit der Anlage des N. deltoideus claviculae (Fig. 39, D. cl.) zu tun. Seine Entwickelung aus dem Auswuchs A der dorsolateralen Muskelanlage, das proximalwärts stattfindende Wachstum dieser Anlage etc. sind ohne weiteres aus dem Vergleich der Figuren 15, 26, und 39 ersichtlich.

Viel komplizierter, als die Entwickelung der beiden soeben beschriebenen Anlagen P und A ist die des mittleren proximalen Auswuchses der dorsolateralen Anlage (M). Oben haben wir gesehen, dass sich aus dieser Anlage drei Muskelanlagen, nämlich zwei an der Oberfläche der Scapula (eine oberflächliche und eine tiefere) und eine an der medianen Seite derselben zu differenzieren anfangen; zu diesen letzten Anlagen gehen die NN. scapulohumeralis profundus und subcoracoscapularis. Die Sonderung dieser Anlagen war so zu sagen nur eben angedeutet. Jetzt hat diese Sonderung grosse Fortschritte gemacht: die oberflächliche Anlage (Dsc, Fig. 39) ist stark proximal ausgewachsen und hat sich an der Aussenseite der Scapula ausgebreitet: es ist die Anlage des M. dorsalis scapulae, der von dem gleichnamigen Nerv innerviert wird (dsc).

Zwischen diesem und der Aussenfläche der Scapula sehen wir einen zweiten Muskel (Sc. h. pr.), dessen Fasern in oraler Richtung gehen und der von dem Scapulohumeralis profundus innerviert wird: es ist der M. scapulohumeralis profundus, welcher sich aus der tiefen Schicht des Auswuchses M. (M_1 der Fig. 29) entwickelt hat; in diesem Stadium ist er im Vergleich mit dem vorigen Stadium bedeutend nach vorne ausgewachsen und hat sich von seinen Nachbarn abgesondert. Endlich median von der Scapula und dem anliegenden Teil des Coracoids (Sc, Fig. 39) liegt der medianwärts

eingewachsene Teil der dorsolateralen Anlage (vergl. Fig. 38, Sc. sc.), der M. subcoracoscapularis: seine Lage ist auf der Fig. 39 durch eine punktierte Linie (Sc. sc.) bezeichnet.

Wenn wir das Gesagte zusammenfassen, kommen wir zu dem Schluss, dass der mittlere Auswuchs der dorsolateralen Muskelanlage (M, Fig. 15, 26) in drei Muskeln, den Dorsalis scapulae, Scapulohumeralis profundus und Subcoracoscapularis zerfallen ist. Die Beziehungen dieser Muskelanlagen zu den Nerven und zu den Skelettteilen sind im vorliegenden Stadium (Fig. 37—39, Taf. IV) bereits so deutlich, dass ihre Identifizierung mit den Muskeln des erwachsenen Tieres keine besonderen Schwierigkeiten bietet.

Mit einigen Worten sei noch der secundären Muskelanlagen in diesem Stadium, d. h. der Anlage des Cucullaris und Sternocleidomastoideus (vordere laterale Muskelanlage), des Levator scapulae superficialis (vordere mediane dorsale Anlage) und des Serratus + Levator scapulae profundus (hintere mediane dorsale Muskelanlage), die wir im Stadium Fig. 30 verlassen haben, erwähnt.

Von den beiden vorderen secundären Muskelanlagen lässt sich nicht viel sagen: sie sind gewachsen, haben sich ihren Anheftungspunkten genähert und sind histologisch besser, als dies in den vorigen Stadien der Fall war, differenziert; sonst sind an ihnen keine bedeutenden Veränderungen vor sich gegangen.

Eine morphologische Differenzierung finden wir dagegen in der hinteren dorsalen medianen Muskelanlage. Diese Differenzierung ist aus den Textfiguren 5, 6, 7, 8, welche Schnitte derselben Serie, nach der die Fig. 32 u. 38 gezeichnet worden sind, darstellen, ersichtlich. Auf der Textfig. 5 sehen wir den hinteren Teil der Anlage Ss, welche von dem ventrolateralen Rand der Anlage der Rumpfmuskulatur noch nicht gesondert ist, liegen: sie ist caudal und median von der Scapula (Sc) gelegen. Auf dem sehr nahe liegenden Schnitt Fig. 6 sieht man diese Anlage Ss—die Anlage des Serratus superficialis – frei zwischen Scapula (Sc) und Rumpfmuskulatur liegen; endlich noch einige Schnitte weiter nach vorne (Textfig. 7) sehen wir die Fortsetzung dieser Anlage wieder im Zusammenhang mit der Rumpfmuskulatur median von der dorsalen Partie der Scapula liegen: hier stellt sie die Anlage der MM. levatores scapulae profundi dar (L. sc. pr.). Wir können also sagen, dass die einheitliche, aus der ventrolateralen Kante der Rumpfmyotome 5—9

auswachsende secundäre Muskelanlage sich in zwei Teile differenziert: einen hinteren, welcher den M. serratus superficialis (Ss) vorstellt und einen vorderen—die indifferente Anlage der M. levatores scapulae profundi (L. sc. pr.).

Um den Entwickelungsgang der Extremitätenmuskulatur besser

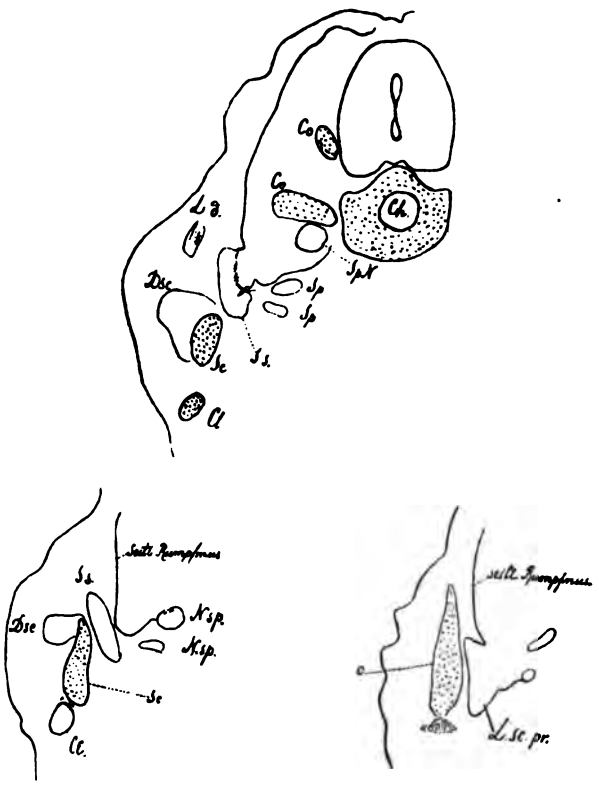


Fig. 5, 6, 7. Die Querschnitte durch die vordere Rumpfregion eines älteren Embryos von Ascalabotes. Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

zu veranschaulichen, stelle ich die auf den soeben beschriebenenen Stadien vor sich gegangenen Veränderungen tabellarisch zusammen. Dabei muss ich aber im voraus sagen, dass die Sonderung der Muskulatur in Regionen (Brachium, Antebrachiumregion etc.) bei den Embryonen dieser Stadien keine strenge ist, da die Anheftung der Muskeln an das Skelett grösstenteils noch nicht ausgebildet ist.

A. Dorsolaterale Muskelanlage:

Antebrachium + Manusregion.

Einheitliche noch undifferenzierte Anlage der Extensorenmuskulatur (DL).

1. Auswüchse (me) zur Bildung der Extensores der Finger und noch indifferente Anlage der Muskulatur der Hand.
2. M. extensor et abductor pollicis longus (DL_3).
3. M. extensor carpi ulnaris (DL_1).
4. M. anconeus quintus (DL_5).
5. Indifferente Anlage (DL_2, DL_4) der MM. extensor digitorum communis longus, Extensores carpi radiales und supinator.

Brachium + Schultergürtelregion.

Distaler Abschnitt der dorsolateralen Muskelanlage (DL).

Anlage der Anconeusmusculatur; der M. anconeus scapularis fängt an sich zu differenzieren.

Proximaler Abschnitt der dorsolateralen Muskelanlage.

Vorderer Auswuchs (A) M. deltoideus claviculae.

Mittlerer Auswuchs (M)
- M. dorsalis scapulae.
- M. scapulohumeralis profundus.
- M. subcoracoscapularis.

Hinterer Auswuchs (P) M. latissimus dorsi.

B. Ventromediane Anlage:

Antebrachium + Manusregion.

Auswüchse zur Bildung der Flexores der Finger

	(mf) und noch indifferente Anlage der Beugemuskeln der Hand.
Oberflächliche ulnare Schicht (VM_2)	M. flexor carpi ulnaris.
Oberflächliche radiale Schicht (VM_1)	Noch indifferente Anlage (Flexores carpi radiales, Flexor digitorum profundus).
Tiefe Schicht (mit transversalen Fasern) (VM_3).	MM. pronator quadratus und teres.
Brachium + Schultergürtelregion.	
Distaler Abschnitt der ventromedianen Muskelanlage.	
Tiefe Schicht (VM')·	M. humeroantebrachialis inferior.
Mittlere Schicht (VM")	M. biceps (VM_1"). MM. coracobrachialies longus und brevis (VM_2").
Oberflächliche Schicht (VM").	M. pectoralis.
Proximaler Abschnitt der ventromedianen Muskelanlage.	Noch nicht differenzierte in die Rumpfregion hineinwachsende Anlage (proximale Abschnitte der MM. biceps, coracobrachiales longus und brevis und supracoracoideus, Fortsetzung der Schicht VM"). Proximaler Teil des Pectoralis (VM").

Diese Tabelle weist auf einige interessante Tatsachen hin: erstens sehen wir, dass die Differenzierung der Muskeln, welche sich aus der dorsolateralen und ventromedianen Anlage bilden, nicht gleichzeitig erfolgt: einige Muskeln differenzieren sich früher als die ande-

ren, so dass wir eine heterochrone Entwickelung vor uns haben; mit anderen Worten, stellen einige der Anlagen des früheren Stadiums einzelne Muskeln, einfache Anlagen, die im Laufe der Entwickelung wachsen, eine histologische Differenzierung erfahren etc., aber nicht weiter in neue Muskelindividuen zerfallen, dar. Andere sind zusammengesetzte Anlagen, welche nicht ein einziges Muskelindividuum, sondern eine ganze Muskelgruppe vorstellen: ihre Derivate haben also eine nähere *ontogenetische* Beziehung, zu einander (da sie aus einer Anlage entstanden sind) als zu den anderen Muskeln [1]).

Solche einfache, sich früh differenzierende Anlagen sind: die MM. deltoideus claviculae, latissimus dorsi, pectoralis, humeroantebrachialis, pronator quadratus und teres, flexor carpi ulnaris. Die übrigen Muskelanlagen sind in diesem Stadium noch komplizierte, mehrere Muskeln enthaltende Anlagen. Aus ihnen differenzieren sich im späteren Stadium (col. II der Tabelle) folgende Muskeln: MM. extensor carpi ulnaris, anconeus quintus, extensor et abductor pollicis longus, anconeus scapularis, dorsalis scapulae, scapulohumeralis profundus, subcoracoscapularis, biceps, coracobrachiales longus und brevis. Wenn wir die zeitliche Aufeinanderfolge der Entwickelung dieser Muskeln in Betracht ziehen, so sehen wir, dass im distalen Abschnitt der Extremität die ulnare (postpodiale) Seite derselben die radiale (praepodiale) überholt: die Muskeln dieser Seite differenzieren sich früher (Flexor carpi ulnaris, Anconeus quintus, Extensor carpi ulnaris). Diese Tatsache ist insofern interessant, als wir auch bei der Entwickelung des Extremitätenskelettes dieselbe zeitliche Reihenfolge, d. h. eine progressive Entwickelung der Elemente der postaxialen Seite der Extremität (vierter und fünfter Finger etc.) finden, so dass wir sagen müssen, dass eine *gewisse Correlation bei der Entwickelung der Muskeln und des Skeletts besteht:* eine andere Frage ist, ob ein causaler Zusammenhang bei der Entwickelung dieser beiden Organsysteme besteht, d. h. ob die Entwickelung der Muskeln vom Ske-

---

[1]) An dieser Stelle lasse ich die Frage, ob diese ontogenetische Beziehung (welche eine nachgewiesene Tatsache ist) auf Beziehungen anderer Art, z. B. auf einen phylogenetischen Zusammenhang, welcher meines Erachtens nicht ohne Weiteres angenommen werden darf, schliessen lässt, absichtlich offen.

lett, oder umgekehrt, die des Skeletts von derjenigen der Muskeln beeinflusst wird; diese Frage lassen wir einstweilen offen.

Was die Richtung des Wachstums und der Differenzierung anbetrifft, so können wir an dieser Stelle nur das früher Gesagte wiederholen: in der distalen Partie der Extremität vollzieht sich der Wachstums- und Differenzierungsprozess in proximo-distaler, in der proximalen Partie in entgegengesetzter Richtung, d. h., die Anlagen wachsen hier aus der Extremität in die Rumpfregion hinein. Bei diesem letzten Prozess ist es interessant, dass die Muskelanlagen in der dorsalen Region (Derivate der Auswüchse A., M., P.) besser differenziert sind, als die Derivate des proximalen Abschnitts der ventromedianen Anlage: diese Tatsache ist darum interessant, weil in der dorsalen und lateralen Region das Skelett (Scapula, Clavicula, obere Partie des Coracoids) wohl differenziert sind, während in der ventralen Region der Sternalapparat (Sternum, Episternum) noch nicht entwickelt ist. Wir sehen also auch hier einen gewissen Parallelismus in der Entwickelung des Skeletts und der Muskulatur.

Ich habe soeben ein Stadium, in dem die Muskeln der Extremität bereits einen hohen Grad der Differenzierung erreicht haben und ihre gegenseitigen Beziehungen denjenigen des erwachsenen Tieres ziemlich nahe stehen, beschrieben: wie die Tabelle S. 86—88 zeigt, sind nur wenige „undifferenzierte“ Anlagen vorhanden und es war möglich, nach der Lage und den Beziehungen zu den Nerven die voraussichtliche Bedeutung dieser Anlagen zu bestimmen.

Im Folgenden gebe ich eine kurze Beschreibung eines späten Entwickelungsstadiums, in dem diese wenigen noch indifferenten Muskelanlagen sich in einzelne Muskeln gesondert haben, so dass sich die Verhältnisse im allgemeinen denjenigen des erwachsenen Tieres bedeutend nähern. Im Skelett ist die Entwickelung nicht so weit vorgeschritten, so dass z. B. das Sternalapparat noch in einem frühen Entwickelungsstadium steht. Verknöcherungen finden sich am Humerus, an der Ulna und am Radius und an den Metacarpalia. Von diesen Stadium gebe ich auf den Figuren 40 — 47 Taf. IV eine Reihe von Querschnitten wieder.

Die Differenzierung der speziellen Muskulatur der Hand habe ich im Detail nicht verfolgt, so dass ich dieselbe nicht schildere. Ich glaube, dass der Vergleich der Abbildungen Fig. 49 — 47 mit den Figuren 32 — 38 dem Leser eine bessere Uebersicht gewähren

wird, als eine detailirte Beschreibung und werde ich mich darum möglichst kurz fassen.

Die Fig. 40—43, Taf. IV beziehen sich auf die Vorderarmregion. An der dorsolateralen Seite sehen wir den uns schon bekannten M. extensor carpi ulnaris (E. c. ul.). Die im vorigen Stadium noch undifferenzierte Anlage DL_2 DL_4 hat sich in den grossen oberflächlichen Extensor digitorum communis longus (E. d. c. l.) und die MM. extensores carpi radiales brevis (E. c. r. b) und longus (E. c. r. l) und den M. supinator (Sup.) geschieden. Die MM. extensores carpi sind grösstenteils vom M. extensor digitorum communis bedeckt und liegen dem Radius dicht an; der Extensor carpi radialis hat dabei eine laterale, der Extensor radialis longus eine mediane Lage. Der M. supinator liegt an der Aussenseite des Radius.

Von den Nerven sehen wir an der dorsolateralen Seite den N. brachialis longus superior und den N. medianus mit einigen seiner Aeste; dieser letztere Nerv zieht zwischen der longitudinalen Streckmuskulatur des Vorderarms und den MM. pronator quadratus und teres hin. An der ventromedianen Seite finden wir den M. flexor carpi ulnaris (Fl. c. ul), der an der ulnaren Seite des Vorderarms hinzieht. Die Anlage VM_1 des vorigen Stadiums hat sich in drei Muskeln differenziert: den grossen Flexor digitorum communis longus (Fl. d. c. l) und die beiden Flexores carpi radialis medialis (Fl. c. r. m) und lateralis (Fl. c. r. l). An der ventromedianen Seite sehen wir die beiden NN. ulnares und die verschiedenen uns schon bekannten Aeste des Brachialis longus inferior: die Lagebeziehungen dieser Nerven zu den Muskeln sind ohne weiteres aus den Figuren 40—42 ersichtlich.

Die Abbildungen (Fig. 43 — 47) beziehen sich auf die Arm- und Schultergürtelregionen. Auf der Fig. 43 können wir die Insertion der MM. extensor carpi radialis brevis (E. c. r. b) und supinator (Sup) am Humerus erkennen; die distale Partie der Anconeusmuskulatur liegt an der dorsolateralen Seite des Humerus (An). Der N. brachialis longus superior tritt durch den Kanal im Epicondylus radialis des Humerus (br. l. s) hindurch. An der ventromedianen Seite sind die MM. humeroantebrachialis (H. a. br) und biceps (Bi) und der M. coracobrachialis longus (G. br. l) (an der Stelle, wo er sich am Humerus inseriert) vom Schnitt getroffen. Die Lage

des N. ulnaris (ul) und brachialis longus inferior (br. l. i) ist ohne weiteres sichtbar.

Beachtenswert ist die Lage der Muskeln und Nerven im Armabschnitt (Fig. 43) im Vergleich zu ihrer Lage im Vorderarm (Fig. 40—42): die Derivate der dorsolateralen Anlagen (dasselbe bezieht sich auch auf die Derivate der ventromedianen) haben im Vorderarm eine laterale Lage, im Arm dagegen eine dorsale; die Insertion des Supinator und Extensor carpi radialis brevis (welche ihrem Ursprung nach zur dorsolateralen Anlage gehören) liegt rein ventral. Diese Lageveränderung hängt von der bekannten Torsion der vorderen Extremität und von der Ausbildung der Condyli des Humerus ab. Besonders anschaulich wird diese Lageveränderung, wenn wir die Figuren 40—47 mit den Figuren 7, 12, 19—25 und 32—38 vergleichen.

In der Rumpfregion (Fig. 43) sehen wir den Serratus superficialis (S. s), den Pectoralis (P. m) und die hintere Partie des M. latissimus dorsi (Ld).

Auf der Fig. 44 finden wir die soeben genannten Muskeln wieder (An, H. a. br., Bi, C. br. l, Ss, Pm, Fig. 44). Der N. brachialis longus superior liegt auf diesem Schnitt in der Masse der Anconeusmuskulatur (br. l. s); neben ihm sehen wir den dünnen N. anconeus (an). Ventral vom Condylus des Humerus, unmittelbar unter der Haut, liegt der Querschnitt des N. infraanconeus (ia). In den Biceps und Humeroantebrachialis treten die diese Muskeln innervierenden Aeste des Brachialis longus inferior ein; charakteristisch ist die Lage des Brachialis longus inferior zwischen den MM. coracobrachialis longus und biceps. Der N. pectoralis (pm) tritt in seinen Muskel (Pm, Fig. 44) ein.

Die Fig. 45 ist insofern interessant, als wir an ihr die Anheftung [1]) an das Skelett der von Humerus zum Coracoid ziehenden

---

[1]) Wenn man von der Verbindung der Muskeln mit den Knochen spricht, so gebraucht man gewöhnlich die Ausdrücke „Ursprung“ und „Insertion“, z. B. M. coracobrachialis longus: Ursprung—Coracoid, Insertion—Humerus. In dieser entwickelungsgeschichtlichen Arbeit könnten diese Ausdrücke zu einem Missverständniss führen, da wir wissen, dass viele Muskeln in proximaler Richtung wachsen, d. h. von der Insertionstelle zu der Ursprungstelle hin, unter anderem auch der soeben erwähnte M. coracobrachialis longus. Darum gebrauche ich die indifferenteren Ausdrücke „Verbindung“ oder „Anheftung“.

Muskeln sehen. Wir finden, dass die in den früheren Stadien noch indifferente Anlage VM" (Fig. 36) sich in mehrere Muskeln differenziert hat: an der Oberfläche sehen wir den M. pectoralis liegen (Pm, Fig. 45) und unter diesem die Derivate der soeben erwähnten Anlage: den Biceps (Bi), median von ihm den Coracobrachialis brevis (C. br. b), und über ihm den Coracobrachialis longus (C. br. l); auf dem Schnitt sieht man die Verbindung dieser Muskeln mit dem Coracoid (Fig. 45). Median vom Coracoid liegt die mediane Muskelanlage, oder wie wir jetzt sagen können, der M. sternocoracoideus profundus (M. M.).

Der Schnitt Fig. 46 hat bereits den proximalen Condylus des Humerus (H) getroffen. An ihm sehen wir die Insertion (entwickelungsgeschichtlich wäre richtiger zu sagen den Ursprung) des M. latissimus dorsi (Ld) am Humerus; lateral von letzterem (Ld) liegt der Querschnitt des M. anconeus scapularis (An. sc.), median (vom Humerus zur medianen Seite des Coracoids) geht der M. subcoracoscapularis (Sc. sc.). Zur lateralen (äusseren) Seite des Coracoids ziehen: der oberflächliche Supracoracoideus (Spc., Fig. 46) und die von uns auf den früher beschriebenen Schnitten erkannten MM. biceps und coracobrachialis brevis.

Der Schnitt Fig. 47 geht oral von der Artikulationstelle des Humerus und durchschneidet die untere Partie der Scapula (Sc.). Wir sehen auf demselben die vom Humerus zur Scapula (Sc.) und zur Clavicula (Cl) ziehenden Muskeln, nämlich den M. dorsalis scapulae (D. sc.), die Sehne des Anconeus scapularis (An. sc.), den Scapulohumeralis profundus (Sc. h. p.), den Deltoideus claviculae (D. cl.) und den dorsalen Abschnitt des Supracoracoideus (Spc.).

An der medianen Seite des Schultergürtels breitet sich der M. subcoracoscapularis (Sc. sc.) aus. Endlich median vom M. latissimus dorsi (L. d.) sehen wir den Querschnitt des Serratus superficialis (S. s.). Ich gehe nicht in eine eingehende Beschreibung der Nerven dieses Stadiums ein, da ihre Lagebeziehungen zu den Muskeln aus dem früher Gesagten und aus den Abbildungen ersichtlich sind.

Wie gesagt, sind die Muskeln und Nerven in diesem Stadium denjenigen des erwachsenen Ascalabotes sehr ähnlich: die im vorigen Stadium noch indifferenten Anlagen haben sich in einzelne Muskeln gesondert, so dass wir (abgesehen von der Muskulatur des Autopodiums, wo die Differenzierung noch nicht abgeschlossen ist)

bei dem Embryo schon fast alle Muskeln des erwachsenen Tieres wiederfinden; richtiger wäre es zu sagen, dass alle Muskelanlagen der einzelnen Muskeln von einander gesondert sind. Ich muss ausdrücklich bemerken, dass die Entwickelung noch lange nicht abgeschlossen ist. Im Laufe der nachfolgenden Stadien werden diese Anlagen noch bedeutend wachsen, die Sehnen werden sich differenzieren etc. An der dorsalen Seite haben mehrere Muskeln ihre Anheftungspunkte (z. B. der Latissimus dorsi) noch nicht erreicht; ebenso in der ventralen Rumpfregion, wo der Sternalapparat, an den sich eine Reihe von Muskeln anheftet, noch nicht völlig entwickelt ist. Aber alles dessen ungeachtet ist die Entwickelung schon so weit vorgeschritten, dass man von diesem Stadium zwanglos zu dem, was man bei dem erwachsenen Tiere findet, übergehen kann.

2. Nerven und Muskeln des erwachsenen Gecko.

Da der Zweck dieser Arbeit darin besteht, eine Schilderung der Extremitätenentwickelung von Ascalabotes zu geben, so könnte ich die Beschreibung meiner Beobachtungen über die Muskeln und Nerven dieser Form mit dem soeben beschriebenen Stadium abschliessen. Ich glaube aber, dass eine kurze Darstellung der Anatomie der Muskeln und Nerven des erwachsenen Tieres dem Leser helfen wird sich ein konkretes Bild der Resultate der ontogenetischen Entwickelung zu bilden. Darum erlaube ich mir die Figuren 48—54 zu geben und ihnen eine kurze Schilderung der Anatomie der Muskeln und Nerven beizufügen. In Bezug auf die Schultermuskeln und -nerven könnte ich den Leser ganz auf die klassischen Arbeiten Fürbringers über diesen Gegenstand verweisen, da meine Untersuchung nichts Neues zu seinen Resultaten hinzufügt: da ich aber aus persönlicher Erfahrung weiss, wie unangenehm es ist, wenn man beim Lesen einer anatomischen Abhandlung oft Nachschläge in der Litteratur der betreffenden Frage zu machen genötigt ist, so erlaube ich mir auch diesen Teil der Anatomie von Ascalabotes ganz kurz zu schildern.

Die Anatomie der Muskeln und Nerven des Vorderarms und der Hand wurde, so viel ich weiss, von keinem Autor monographisch bearbeitet, und darum musste ich sie auf eigene Hand untersuchen. Für die Untersuchung der Anatomie der Extremitätenmuskeln der

Geckonen habe ich zuerst Ascalabotes fascicularis anatomisch untersucht und meine Resultate an Platydactylus guttatus kontrolliert: bei der Untersuchung erwies es sich, dass keine nennenswerten Unterschiede zwischen beiden Formen bestehen, so dass ich für die Abbildungen Pl. guttatus benutzte, was wegen der Grösse dieser Form, die das Anatomieren wesentlich erleichterte, bedeutende Vorzüge bot.

Die Nerven der freien Extremität sind auf der Fig. 48 dargestellt. Die Veränderungen, durch welche sich die Nerven des erwachsenen Tieres von denen der Embryonen später Stadien unterscheiden, werden klar, wenn man diese Figur mit der Fig. 31 vergleicht.

Die Nerven der Schultermuskeln wurden eingehend von Fürbringer beschrieben und dieser ausgezeichneten Beschreibung kann ich nichts Neues hinzufügen. Nach Fürbringer (76,) wird der Plexus brachialis von Ascalabotes von den Spinalnerven VI—X gebildet; ausserdem beteiligen sich an der Innervierung der Extremitätenmuskulatur Aeste der NN. spinales III—IX (Vagusäste, NN. thoracici anteriores, superiores und inferiores). Von den Nerven, welche aus den beiden Pl. brachiales (Pl. brachialis superior und Pl. brachialis inferior) ausgehen, werden alle Muskeln (und die entsprechenden Strecken der Haut) der freien Extremität, d. h. alle Muskeln, welche vom Schultergürtel zum Verderarm gehen und alle diejenigen, welche weiter distal in der freien Extremität liegen, innerviert: nach den in dieser Arbeit gebrauchten Bezeichnungen sind es die Muskeln, welche aus den beiden primären Muskelanlagen, der *dorsolateralen* und der *ventromedianen,* entstehen.

Bevor wir zu diesen Nerven übergehen, sei in einigen Worten der N. thoracici erwähnt: Die Aeste des Vago-accessorius und die NN. thoracici anteriores, die von den Spinalnerven III, IV, V entspringen, innervieren den M. episterno-cleido-mastoideus et cucullaris (welcher sich nach unserer Bezeichnung aus der vorderen lateralen sekundären Muskelanlage entwickelt). Die NN. thoracici superiores entspringen von den NN. spinales III—IX; die drei vorderen von ihnen innervieren den M. levator scapulae superficialis (vordere mediane dorsale sekundäre Muskelanlage), die übrigen (NN. spinales VI—IX) die MM. levator scapulae et serratus profundus und serratus superficialis (unsere hintere mediane dorsale secundäre Muskelanlage). Endlich der N. thoracicus inferior, wel-

cher von dem N. spinalis VI—VII entspringt, innerviert den M. sternocoracoideus (mediane Muskelanlage): wir sehen, dass alle diese Nerven Muskeln innervieren, welche sich aus den sekundären Muskelanlagen entwickeln: wir finden, dass sich die Derivate dieser Anlagen auch nach der Innervierung von denen der primären Muskelanlagen unterscheiden.

Aus dem Plexus brachialis superior entspringen folgende Nerven: Subcoracoscapularis, Dorsalis scapulae (Axillaris), welcher in die Aeste NN. dorsalis scapulae, cutaneus supraanconeus und deltoideus claviculae zerfällt (Taf. IV, Fig. 48 dsc., cspa., dcl.), die NN. latissimi dorsi, der N. infraanconeus (ia), der Scapulohumeralis profundus, der Brachialis longus superior (br. l. s.), von dem sich ein in den M. anconeus eindringender Ast abzweigt (an): wir haben gesehen, dass dieser Ast in früheren Entwickelungsstadien ein selbständiger Nerv war, welcher mit dem Brachialis longus superior zusammengeflossen ist; ich bezeichne ihn nach dem von ihm innervierten Muskel als N. anconeus.

Der Verlauf des Brachialis longus superior ist auf Fig. 49 dargestellt: weiter unten sind die Muskeln, welche von ihm innerviert werden, aufgezählt.

Aus dem Pl. brachialis inferior gehen folgende Nerven hervor: N. supracoracoideus (Fig. 48 spc.), der durch das For. supracoracoideum hindurchtritt und zum M. supracoracoideus und zur Haut der Vorderbrust geht.; N. ulnaris (cutaneus) brachii et antebrachii medialis (Fürbringer), welcher sich in den N. ulnaris superficialis und den N. ulnaris profundus teilt (Fig. 48, ul., ul. s., ul. p.): diese beiden Nerven verlaufen an der postaxialen Seite des Arms und Vorderarms; der Ulnaris superficialis verzweigt sich an der dorsalen, während sich der Ulnaris profundus an der Bildung des Plexus distalis der palmaren Seite der Hand beteiligt. Vom Brachialis longus inferior (Taf. IV, Fig. 48, 50 br. l. i.) gehen folgende Hautäste ab: N. pectoralis (pm.), N. coracobrachialis (c. br.) und etwas weiter distal der Brachialis longus inferior lateralis, von dem sich der Musculocutaneus (br. l. i. l., m. cut.) abzweigt. Noch weiter distal zerfällt der Brachialis longus inferior in die uns schon bekonnten Aeste, Medianus (m), Radialis brachialis longi (r. br. l.) und Medianus palmaris superficialis (m. p. s.); der N. medianus tritt von der palmaren Seite des Vorderarms auf die dorsale Seite desselben,

entsendet den N. medianus profundus dorsalis, der (mpd.) sich an der dorsalen Seite der Hand verzweigt und die Finger innerviert, und senkt sich dann wieder in die Tiefe, um auf die palmare Seite der Hand zu gelangen (mpp.), wo er die früher beschriebenen Ansae mit dem Ulnaris profundus (ul. pr., Fig. 48, Taf. IV, Fig. 53, Taf. V) und dem Radialis brachialis longi bildet.

Was die Verbreitung der verschiedenen aus den beiden Pl. brachiales entspringenden Nerven anbetrifft, so kann man sagen, dass die aus dem Pl. superior stammenden Nerven die Derivate der dorsalen s. dorsolateralen Muskelanlage, die aus dem Pl. brachialis inferior stammenden Nerven die Derivate der ventralen s. ventrolateralen Anlage innervieren: in dieser Beziehung ist der Zusammenhang zwischen Muskeln und motorischen Nerven ziemlich streng durchgeführt. Weniger streng ist diese Sonderung in Bezug auf die sensiblen Nerven: obgleich im allgemeinen die dorsale Fläche der Extremität von den NN. superiores, die palmare von den NN. inferiores innerviert wird, so finden wir doch manche Ausnahmen (NN. medianus profundus dorsalis, ulnaris superficialis etc.).

Muskeln der vorderen Extremität [1]).

I. Muskeln, welche vom Rumpfe und Hinterkopfe zum Schultergürtel hinziehen, entwickeln sich aus den sekundären Muskelanlagen.

A. Durch den N. vago-accessorius und die NN. thoracici anteriores innerviert (entwickelt sich aus der vorderen ventrolateralen Anlage).

1. Cucullaris s. Trapezius et Episterno-cleido-mastoideus Fürbringer (Cu + ep. st. m.); Ursprung vom Hinterkopfe und Rücken, Insertion am sekundären Schultergürtel und Brustbein.

B. Durch die NN. thoracici superiores innerviert.

a. entwickelt sich aus der vorderen medianen dorsalen Anlage.

---

1) Bei dieser Uebersicht der Muskeln von Ascalabotes halte ich mich an Fürbringer und gebe manches über die Schultermuskeln fast mit dessen eigenen Worten wieder.

2. Levator scapulae superficialis (Fürbringer); Ursprung vom Anfang des Halses (Pr. transversi), Insertion am Vorderrande der Scapula und Clavicula.
   b. entwickelt sich aus der hinteren medianen dorsalen Anlage.
3. Serratus superficialis (Fürbringer); Ursprung von den letzten Cervicalrippen, Insertion am hinteren Rande der Scapula.
4. Levator scapulae und Serratus profundus (Fürbringer); Ursprung vom Rumpfe (Cervicalrippen 4—6), Insertion an der medianen Fläche der Scapula.
   c. entwickelt sich aus der medianen Muskelanlage.
5. Sternocoracoideus (Fürbringer). Ursprung von der Innenfläche und dem vorderen äusseren Rande des Sternum, Insertion an der Innenfläche des Coracoids.

II. Muskeln des Schultergürtels und der freien Extremität (entwickeln sich aus den primären Muskelanlagen).
   A. Durch die aus dem Pl. brachialis superior entspringenden Nerven innerviert; entwickeln sich aus der dorsalen resp. dorsolateralen Muskelanlage.
      a. Muskeln, welche vom Schultergürtel zum Arm gehen.
6. Deltoideus claviculae, Deltoideus clavicularis s. Cleido-humeralis Fürbringer (D. cl. Fig. 49, 50). Ursprung von der Clavicula, Insertion am Proc. lateralis humeri.
7. Dorsalis scapulae (Fürbringer). (Dsc. Fig. 49.) Ursprung von der äusseren Fläche der Scapula und des Suprascapulare, Insertion am Processus lateralis humeri.
8. Scapulo-humeralis profundus (Fürbringer). Ursprung von der die Fenestra coracoscapularis schliessenden Membran und von dem dieselbe umgebenden Knochen, Insertion an der Streckfläche des Humerus in der Nähe des Proc. medialis humeri.
9. Subcoracoscapularis (Fürbringer). Ursprung von der Innenfläche des Coracoids und der Scapula, Insertion am Proc. medialis humeri.
10. Latissimus dorsi (Günther) (L. d. Fig. 49). Ursprung vom 7-ten bis 14-ten Wirbel, von einer sich an die Dornfortsätze anheftenden Aponeurose, Insertion an der Streckseite des Humerus, zwischen den Proc. lateralis und medialis.

b. Muskeln, welche vom Schultergürtel und Oberarm zum Vorderarm gehen.

11. Anconeus (Fürbringer). Ursprung mit vier Köpfen, von denen zwei (Cap. scapulare und Cap. coracoideum) vom primären Schultergürtel, zwei (Cap. humerale laterale und Cap. humerale mediale) vom Humerus ausgehen. Cap. scapulare: Ursprung am hinteren Rand der Scapula zwischen den MM. scapulohumeralis profundus und subcoracoscapularis; Cap. coracoideum, Ursprung am hinteren Rande des Coracoids; Cap. humerale laterale, Ursprung von der lateralen Streckfläche des Humerus; Cap. humerale mediale, Ursprung von der medianen Streckfläche des Humerus. Alle vier Köpfe des Anconeus vereinigen sich distal in eine dicke einheitliche Muskelmasse, welche sich an der Ellenbogenkapsel und hauptsächlich am Olecranon der Ulna inseriert.

c. Muskeln, welche vom Oberarm zum Vorderarm und zur Hand gehen.

12. Supinator (Osawa) (Fig. 51, sup.). Ursprung von der radialen Fläche des Epicondylus radialis humeri, Insertion an der lateralen Seite des Radius.

13. Extensor carpi radialis brevis (Osawa) (Fig. 49, Taf. IV. Fig. 52, Taf. V. E. c. r. b.) [1]). Ursprung von der radialen Seite des Epicondylus radialis humeri, und von der Ellenbogenkapsel, Insertion am proximalen Ende des Metacarpale I.

14. Extensor carpi radialis longus (Osawa) (E. c. r. l., Fig. 49, Taf. IV. e. c. br. l. Fig. 52). Ursprung vom Epicondylus radialis humeri und von der Ellenbogenkapsel, Insertion am distalen Ende des Radius und am Kapselband des Handgelenks.

15. Extensor digitorum communis longus (Günther) (E. d. c. l., Fig. 49, E. d. c. Fig. 52). Ursprung vom Epicondylus radialis humeri und von der Ellenbogenkapsel, Insertion an den Metacarpalia I—IV.

16. Anconeus quintus (Osawa). Ursprung vom Epicondylus ulnaris des Humerus, Insertion an der Ulna.

17. Extensor carpi ulnaris (Günther). (E. c. ul. Fig. 51, Taf. V.)

---

[1]) Die Bezeichnungen der Muskeln der distalen Partie der Extremität. (Vorderarm und Hand) sind hauptsächlich nach G. Osawa (1898) gemacht.

Ursprung vom Epicondylus radialis humeri, und der Ellenbogenkapsel, Insertion am distalen Ende der Ulna und am Pisiforme.

d. Muskeln, welche vom Vorderarm zur Hand gehen und Muskeln der Hand.

18. Abductor et Extensor polllicis longus (Osawa) (Ab. ex. p. l. Fig. 52). Ursprung von der Ulna (von der Mitte derselben bis zum Lig. capsulare), Insertion am radialen Kapselband des Handgelenks und dorsale Aponeurose des ersten Fingers.
19. Abductor pollicis brevis (Osawa) (Ab. p. br. Fig. 52) entspringt zusammen mit dem Extensor digitorum brevis, Insertion am distalen Ende des Metacarpale I (laterale Seite).
20. Extensores digitorum breves (Osawa) (Ex. d. c. br., Fig. 49, 52). Vier fast ganz selbständige Muskeln, die von dem an der dorsalen Seite des Carpus liegendem Ligamentum entspringen, um mit vier Sehnen (welche zwischen den MM. interossei dorsales gehen) an den Endphalangen des 2-ten bis 5-ten Fingers zu inserieren.
21. Abductor digiti minimi (Sewertzow) (Ab. d. m. d., Fig. 52) Ursprung wie des Extensor digitorum brevis, Insertion am Metacarpale V, lateral vom Interosseus VIII.
22. MM. interossei dorsales (Osawa) (int. os. d., Fig. 52). Neun starke Muskeln, die an den Seiten der Finger liegen; Ursprung vom Lig. dorsale des Carpus, Insertion an den distalen Phalangen der betreffenden Finger. Der Interosseus I liegt an der medianen Seite des 1-ten Fingers und ist sehr schwach ausgebildet, die übrigen liegen an beiden Seiten eines jeden der folgenden (II—V) Finger.

B. Muskeln, welche durch die aus dem Pl. brachialis inferior entspringenden Nerven innerviert werden (entwickeln sich aus der ventralen resp. ventromedianen Anlage).

a. Muskeln, die vom Schultergürtel zum Arm gehen.

23. Pectoralis (Fürbringer) (Pm., Fig. 50, Taf. IV). Ursprung vom Episternum, Sternum, den hinteren Sternalrippen und der Oberfläche des M. rectus abdominis, Insertion an der Beugefläche des Pr. lateralis humeri.
24. Supracoracoideus (Fürbringer) (Spc., Fig. 50). Ursprung

von der Aussenfläche des Coracoids (Procoracoid und Epicoracoid). Insertion am Proc. lateralis humeri.

25. Coracobrachialis brevis (Fürbringer). Ursprung von der äusseren Fläche des hinteren Teils des Coracoids, Insertion am proximalen Abschnitt der Beugefläche des Humerus.

26. Coracobrachialis longus (Fürbringer) (Cr. br. l., Fig. 50). Ursprung von der Aussenfläche des Coracoids, Insertion an der distalen Partie des Humerus und am Epicondylus ulnaris.

b. Muskeln, welche vom Schultergürtel und Oberarm zum Vorderarm gehen.

27. Biceps brachii (Fürbringer) (Bi., Fig. 50). Ursprung von der Aussenfläche des Coracoids, median vom Coracobrachialis brevis und Supracoracoideus, Insertion an den proximalen Enden der Beugeflächen des Radius und der Ulna.

28. Humeroantebrachialis (Humeroantebrachialis inferior Fürbringers) (H. abr., Fig. 50). Ursprung von der Beugefläche des Humerus, Insertion an den proximalen Enden der Ulna und des Radius.

c. Muskeln, welche vom Oberarm zum Vorderarm und zur Hand gehen.

29. Flexor carpi radialis lateralis (Sewertzoff) (Fl. c. r. l. Fig. 51, Taf. V). Ursprung vom Epicondylus ulnaris des Humerus (Lig. capsulare), Insertion am distalen Ende des Radius und an der radialen Seite des Kapselbandes des Handgelenks.

30. Flexor carpi radialis medialis (Sewertzoff) (Fl. c. r. m., Fig. 50, 51). Ursprung vom Epicondylus ulnaris des Humerus (Lig. capsulare), Insertion an der medianen Seite des Lig. capsulare des Handgelenks.

31. Flexor digitorum communis profundus (Osawa), (Fl. d. c. pr. Fig. 50, 51). Entspringt vom Lig. capsulare, verläuft unter dem Lig. carpi volare und zerfällt in 5 Sehnen, die bis zu den Fingerspitzen, wo sie inserieren, laufen.

32. Flexor carpi ulnaris (Günther) (Fl. c. ul., Fig. 50, 51). Ursprung vom Epicondylus ulnaris und dem Lig. capsulare, Insertion am Ende der Ulna und am Pisiforme.

33. Pronator teres (Osawa). Ursprung—Epicondylus ulnaris und Ellenbogenkapsel des Humerus, Insertion an der ulnaren Seite des Radius.

34. Pronator quadratus (Osawa). Ursprung von der Ulna, Insertion am distalen Teil des Radius bis zum Radiale.

d. Muskeln, welche vom Vorderarm zur Hand gehen und Muskeln der Hand.

35. Flexor digitorum communis sublimis (Osawa). Entspringt vom Lig. carpi palmare, teilt sich in fünf Muskelbäuche, die an den Phalangen der Finger inserieren, nämlich an der ersten Phalanx des ersten Fingers, an der zweiten des zweiten, dritten und fünften, und an der dritten des vierten Fingers.

36. Abductor digiti minimi (Osawa). (Abd. d. m., Fig. 50, 51.) Ursprung vom Pisiforme und der Sehne des Flexor carpi ulnaris; verläuft an der ulno-palmaren Fläche des 5-ten Fingers und inseriert an der ersten Phalanx des fünften Fingers.

37. MM. lumbricales (Osawa) (Lum., Fig. 51). Vier Muskeln, die von der Sehne des Extensor digitorum communis profundus entspringen und unter den Sehnen desselben verlaufen, um an den Enden der Grundphalangen der vier ersten Finger zu inserieren.

38. Flexor pollicis (Osawa) (Fl. pol., Taf. V, Fig. 53). Ursprung vom Radiale bis Metacarpale I, Insertion an der Basis der Grundphalanx des Pollex.

39. Adductor pollicis (Osawa) (Ad. pol., Fig. 53). Ursprung von der Bandmasse in der Mitte der palmaren Fläche des Carpus, Insertion an der medianen Seite der Grundphalanx des Pollex.

40. Opponens digiti minimi (Osawa) (Op. d. m., Fig. 53). Ursprung am Pisiforme, Insertion am Metacarpale V.

41. Adductor digiti minimi (Osawa) (Ad. d. m., Fig. 53). Ursprung von der Bandmasse an der palmaren Fläche des Carpus, Insertion an der Grundphalanx des fünften Fingers.

42. Interossei superficiales palmares (Osawa) (Int. os. s., Fig. 53) drei Muskeln, die von der palmaren Fläche des Carpus entspringen und an den Grundphalangen des 2-ten bis 4-ten Fingers inserieren.

43. Interossei palmares profundi (Sewertzoff) (Int. os. p. pr., Fig. 54) Sieben Muskeln, die von den Basen der Metacar-

palia I—V entspringen und an den Grundphalangen der entsprechenden Finger inserieren. Der erste von ihnen liegt an der medianen (ulnaren) Seite des Metacarpale I, der 2-te und 3-te, 4-te und 5-te an den beiden Seiten der Metacarpalia II und III, der 6-te an der medianen Seite (radialen) des Metacarpale IV, und der 7-te an der medianen (radialen) Seite des Metacarpale V.

Zusammenstellung der Resultate über die Entwickelung der Nerven und Muskeln der vorderen Extremität von Ascalabotes.

1. Die Anlage der vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis ist in frühen Entwickelungsstadien einer Fischflosse sehr ähnlich; die embryonale Extremitätenleiste liegt horizontal zur Körperaxe (ebenso wie z. B. die Flossenanlagen der Selachierembryonen) und besitzt eine epitheliale Seitenfalte.

2. Die ersten Anlagen der Muskulatur und der Nerven der Extremität sind metamer angeordnet.

3. Aus den Myotomen 2—9 des Rumpfes des Embryos bilden sich Muskelsprosse, die sich im Laufe der Entwickelung von den ihnen entsprechenden Myotomen ablösen; die vier vorderen von diesen Muskelsprossen atrophieren, aus den vier hinteren wandern in die freie Extremität Zellen aus, die das Material zum Aufban der primären Anlagen der Muskulatur der freien Extremität liefern. Der Lage, Form und Entwickelung nach sind alle Muskelsprosse der Extremitätenanlage einander homodyname Gebilde.

4. Die Muskelanlagen der freien Extremität differenzieren sich sowohl morphologisch, als histologisch. Es bildet sich eine dorsal vom Skelett liegende primäre dorsale und eine ventral vom Skelett gelegene primäre ventrale Muskelanlage der freien Extremität; beide Anlagen sind ursprünglich einheitliche, aus embryonalem Mesenchym bestehende Schichten, in denen keine Spuren irgend welcher Metamerie zu entdecken sind. Bei der histogenetischen Differenzierung werden die Zellen zu embryonalen Muskelfasern, welche in der freien Extremität die beschriebene fächerförmige Anordnung gewinnen.

5. Ursprünglich sind die beiden primären (dorsale s. dorsolaterale

und ventrale s. ventro-mediane) Anlagen der Extremitätenmuskulatur auf die freie Extremität beschränkt und dringen nicht in die Rumpfregion ein. Später wachsen sie proximalwärts in die Rumpfregion ein (dorsal die drei Auswüchse A, M, P, ventral die Auswüchse resp. Schichten VM′, VM″, VM‴) und bilden die vom Schultergürtel zum Arm hinziehende Muskulatur. In der freien Extremität zerfallen die beiden Anlagen in Schichten, aus denen sich die Muskeln der freien Extremität bilden: aus der dorsalen Anlage entwickeln sich die Streck-Muskeln (Pl. brach. superior) aus der ventralen Anlage die Beugemuskeln der freien Extremität (Pl. inferior).

6. Bie diesen Differenzierungsprozessen geht die Entwickelung in der proximalen Partie der Extremitätenmuskulatur in *distoproximaler* Richtung (die distalen Anlagen differenzieren sich früher als die mehr proximal gelegenen), in der distalen Partie in *proximodistaler* Richtung (die mehr proximal liegenden Anlagen differenzieren sich früher als die distalen), und ausserdem differenzieren sich die Anlagen der postaxialen Seite der Extremität früher als diejenigen der praeaxialen, zeigen also eine accelerierte Entwickelung.

7. Alle Muskeln, welche vom Schultergürtel zum Oberarm hinziehen, ebenso wie alle weiter distal liegenden Muskeln (Oberarm — Vorderarm, Vorderarm — Hand etc.) entwickeln sich aus den beiden primären Muskelanlagen der freien Extremität und werden von den Nerven, welche aus dem Pl. brachialis superior und inferior stammen, innerviert: diese Muskeln stammen also von dem myogenen Material, welches in frühen Entwickelungstadien aus den Muskelsprossen in die Extremitätenleiste eingewandert ist.

8. In späteren Stadien enwickelt sich dank einem lokalen Auswachsungsprozess aus der ventralen Kante der Rumpfmyotome 2—9 eine neue Generation von Muskeln (vordere dorsomediane Anlage, Myotome 2—4, hintere dorsomediane Anlage, Myotome 5—9), welche vom Rumpfe zum Schultergürtel wachsen und endlich sich mit demselben verbinden. Ausserdem wächst von der Kopfregion zum Schultergürtel eine dritte Anlage (vordere laterale Anlage), aus der sich der M. cucullaris s. trapezius etc. entwickelt. Eine vierte mit dem Schultergürtel in Beziehungen tretende Anlage entsteht aus den von ihren Myotomen abgelösten Muskelsprossen (mediane Muskelanlage) und liegt an der medianen Seite des primären Schultergürtels. Alle Muskeln, welche aus dieser, gewissermassen

der zweiten Muskelgeneration entstehen (ich bezeichne die Anlagen im Gegensatz zu den Anlagen der freien Extremität als sekundäre Muskelanlagen) [1]) haben keine Beziehungen zu den Knochen der freien Extremität und verbinden verschiedene Regionen des Rumpfes mit dem primären und sekundären Schultergürtel; sie werden durch einige Vagusäste (Cucullaris) und durch die NN. thoracici superiores und inferiores innerviert.

9. Die Entwickelung der Muskeln der vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis können wir in folgender Weise tabellarisch zusammenstellen:

Primäre Muskelanlagen.

I. **Dorsale (dorsolaterale) Muskelanlage** bildet sich durch Aswanderung der Zellen aus den Myotomsprossen und liegt ursprünglich in der freien Extremität dorsal vom Chiridium.

---

[1]) In Bezug auf die Einteilung der Muskelanlagen in „primäre" und „sekundäre" muss ich Folgendes bemerken aus dem Vorhergehenden erkennt man, dass nach Entwickelung, Lage und Innervation die zu diesen beiden Gruppen gehörenden Muskeln sich scharf von einander unterscheiden. Einige Zweifel können bezüglich der Zugehörigkeit der medianen Muskelanlage (M. sternocoracoideus profundus) entstehen, so dass ich lange Zeit unschlüssig war, ob es nicht richtiger wäre, diese Anlage zu den primären Muskelanlagen zu rechnen. Die Tatsache, dass diese Anlage sehr früh entsteht und dass eigentlich die „primären" Muskelanlagen sich aus ihr entwickeln, scheint zu Gunsten einer solchen Klassifikation zu sprechen. Ihre exclusive Beziehung zum Schultergürtel (nicht zur freien Extremität), ihre Innervation und das Fehlen eines Homologon des M. sternocoracoideus bei den Amphibien, zwangen mich diese Anlage als einen phylogenetisch relativ neuen Erwerb der Tetrapoda anzusehen. Man könnte dagegen sagen, dass der M. cucullaris, den ich auch zu den sekundären Muskeln der Extremität rechne, einen phylogenetisch sehr alten Muskel darstellt, welcher schon dei den Fischen (Selachii) wohl entwickelt ist. Allerdings muss man zugeben, dass der Cucullaris und der Sterno-episterno-cleido-mastoideus sich in dieser Beziehung von den übrigen sekundären Muskeln unterscheidet, und demnach müsste man ihn von diesen trennen und den anderen sekundären Muskeln gegenüberstellen. Da ich der im Texte angeführten Klassifikation hauptsächlich entwickelungsgeschichtliche und morphologische Merkmale zu Grunde gelegt habe und da, wie wir gesehen haben, nach diesen Merkmalen der in Rede stehende Muskel eine grosse Aenlichkeit mit den übrigen sekundären Muskeln besitzt (Wachstumsrichtung, Ursprung und Insertion, Innervation durch die NN. thoracici superiores), so rechne ich ihn einstweilen zu den sekundären Muskeln der Extremität.

A. Ihr proximaler Abschnitt wächst in die Rumpfregion hinein und giebt drei dorsale Auswüchsen A, M, P den Ursprung; es entwickeln sich:

a. Aus dem vorderen Auswuchs (A).	M. deltoideus scapulae.
b. Aus dem mittleren Auswuchs (M).	MM. dorsalis scapulae, scapulohumeralis profundus, subcoracoscapularis.
c. Aus dem hinteren Auswuchs (P).	M. latissimus dorsi.

B. In der Brachiumregion bildet sich aus der dorsalen (dorsolateralen) Muskelanlage die Anconeusmuskulatur:

M. anconeus mit seinen vier Köpfen (C. scapulare, C. coracoideum, C. humerale laterale, C. humerale mediale).

C. Der distale Abschnitt der dorsalen (dorsolateralen) Anlage sondert sich in Einzelanlagen und bildet die Streckmuskulatur des Vorderarms und der Hand; es bilden sich:

a. Eine indifferente Anlage an der praeaxialen Seite, aus der sich später folgende Muskel bilden.	M. supinator, M. extensor digitorum communis longus, MM. extensores carpi radialis longus und brevis.
b. Anlage DL_3	M. extensor et abductor pollicis longus.
c. Anlage DL_1	M. extensor carpi ulnaris.
d. Anlage DL_5	M. anconeus quintus.

e. Der in der Autopodiumregion liegende Abschnitt der dorsolateralen Muskelanlage bleibt lange Zeit als undifferenzierte Anlage bestehen; früher als anderen Muskelanlagen giebt er den Auswüchsen für die Extensores der Finger den Ursprung. In relativ späten Stadien bilden sich aus ihm die kurzen Streckmuskeln der Hand.

II. **Ventrale (ventromediane) Muskelanlage** bildet sich durch Auswanderung der Zellen aus den Myotomsprossen und liegt ursprünglich in der freien Extremität, ventral vom Chiridium.

A. Ihr proximaler Abschnitt sondert sich in drei Schichten (VM′, VM″, VM‴), von denen VM″ und VM‴ in die Rumpfregion (an der ventralen Seite des Coracoids) hineinwachsen; es entwickeln sich:

a. Aus der inneren Schicht (VM′).	M. humeroantebrachialis inferior.
b. Aus der mittler. Schicht (VM″).	M. biceps, coracobrachialis brevis und longus und supracoracoideus.
c. Aus der äusseren Schicht (VM‴).	M. pectoralis.

B. Der distale Abschnitt der ventralen (ventromedianen) Anlage sondert sich in einzelne Muskelanlagen und ergiebt die Beugemuskulatur des Antebrachium und des Autopodium; es entwickeln sich aus ihm folgende Anlagen:

(Antebrachiumregion).

a. Eine oberflächliche radiale Schicht, welche sich später in einzelne Muskelanlagen sondert; aus ihr entwickeln sich folgende Muskeln:	MM. flexores carpi radialis medialis und lateralis, flexor digitorum profundus.
b. Tiefe Schicht (mit transversalen Fasern (VM_3).	MM. pronator quadratus und teres.
c. Oberflächliche ulnare Schicht (VM_2) (Autopodiumregion).	M. flexor carpi ulnaris.

d. Indifferente Anlage, aus der sich in späten Entwickelungsstadien die kurzen Beugemuskeln der Hand entwickeln.

Sekundäre Muskelanlagen.

I. Anlagen, welche sich aus den Myotomen 2—9 bilden und in relativ späten Stadien zum Schultergürtel in Beziehungen treten.

1. Vordere mediane dorsale Anlage (bildet sich aus der ventralen Partie der Myotome 2, 3, 4, liegt oral von der Scapula) giebt den

   M. levator scapulae superficialis.

2. Hintere mediane dorsale Anlage (bildet sich aus den ventralen Partien der Myotome 5—9, liegt median und caudal von der Scapula) giebt die:

   M. M. serratus superficialis, serratus et levator scapulae profundus.

3. Mediane Muskelanlage (bildet sich aus den ventralen Muskelsprossen der Myotome 6—9, liegt median vom primären Schultergürtel) giebt den:

   M. sternocoracoideus profundus.

II. Vordere ventrolaterale Anlage, liegt oberflächlich, oral vom primären Schultergürtel, giebt den:

   M. sterno-episterno-cleido-mastoideus et cucullaris s. trapezius.

10. In frühen Entwickelungsstadien geht zu einer jeden von den Myotomsprossen, welche an der Basis der Extremitätenleiste liegen, ein Spinalnerv (Spinalnerven 2—9); in etwas späteren Entwickelungsstadien beteiligen sich an der Bildung des Plexus brachialis von Ascalabotes Aeste der Spinalnerven IV—X; der Lage und dem Verlauf der Aeste p_2 und p_3 nach können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussetzen, dass auch die Spinalnerven II und III sich an der Bildung des Plexus brachialis, der bei den Vorfahren von Ascalabotes unmittelber hinter der Occipitalregion lag, Teil nahmen.

11. Im Laufe der embryonalen Entwickelung reduzieren sich die zum Plexus brachialis gehenden Aeste der Spinalnerven II—V, so dass der Plexus des erwachsenen Tieres von den Spinalnerven VI—X gebildet wird und die in frühen Entwickelungsstadien vorhandene Polymerie der Plexuswurzeln (mindestens sieben, wahrscheinlich aber neun Nervensegmente) zum Teil aufgehoben wird.

12. In die freie Extremität dringen von Anfang an polyneure Nerven ein, von denen ein jeder Fasern aus mehreren Segmenten enthält; die Nerven sind in den frühen Entwickelungsstadien dick und kurz

und verlaufen nicht der Skelettaxe entlang, sondern kreuzen dieselbe in einem gewissen Winkel.

13. Bei der Entwickelung der einzelnen Nerven wachsen dieselben nicht gleichmässig, sondern wir bemerken, dass einzelne Strecken eines Nervenstammes stärker wachsen als andere, wodurch die embryonale Anordnung der Nerven und ihrer Aeste verändert wird.

14. Bei der Entwickelung der Muskeln und Nerven der freien Extremität, besonders des distalen Abschnitts derselben differenzieren sich die Elemente der postaxialen Seite der Extremität schneller als die der praeaxialen Seite, zeigen also im Vergleich mit diesen eine accelerierte (progressive) Entwickelung.

III.

Die Entwickelung des Skeletts der vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis in späteren Stadien.

Wir haben das Skelett der vorderen Extremität auf dem auf Fig. 15 dargestellten Stadium, wo nur die allgemeine Form desselben angedeutet und von den Anlagen der einzelnen Skelettteile noch nichts zu sehen war, verlassen. Die Entwickelung dieser letzteren, welche bei der Beschreibung der Muskel- und Nervenentwickelung nur vorübergehend angedeutet werden konnte, werden wir jetzt eingehender berücksichtigen. Ich beginne die Beschreibung mit einem Stadium, welches etwas älter als das auf Fig. 15 dargestellte ist. Die Fig. 55, Taf. V stellt eine Rekonstruktion der freien Extremität mit den Skelettanlagen dar: wir sehen, dass die äussere Form der Extremität der Fig. 1 C im allgemeinen entspricht, mit dem Unterschiede, dass das Stadium Fig. 55 etwas jünger ist als 1 C.

Die aus dichtem Mesenchym bestehende Anlage des Extremitätenskeletts (E) liegt zwischen den beiden schon früher beschriebenen Muskelanlagen (comp. Fig. 15) und in dieser Anlage sind die Anlagen der einzelnen Skelettstücke, so zu sagen, in groben Zügen prochondral vorgebildet: wir sehen die vorknorpeligen Anlagen des Humerus (H), der Ulna (U), des Radius (R) und des vierten Fingers (Dig. IV) ausgebildet. Die Anlage des fünften Fingers ist bereits ebenfalls differenziert, doch finde ich in derselben noch keine Vor-

knorpelanlage: sie besteht nur aus dichtem Mesenchym (Fig. 55, Dig. V). Die übrigen Finger sind noch nicht differenziert. Das Vorknorpelgewebe beginnt in diesem Stadium eben sich zu differenzieren und seine hystologische Beschaffenheit ist auf Fig. 56, welche einen Schnitt durch die Ulnaanlage darstellt, bei stärkerer Vergrösserung abgebildet. Im Allgemeinen entspricht der histologische Charakter dieser Anlage dem zuerst von Strasser für die Amphibien ('79), später von Schaffer ('01) für die Cyclostomen beschriebenen: die Zellen (Pr. ch.) sind transversal zur Längsaxe der Skelettanlage ausgezogen und dicht aneinander gedrängt. Die Kittsubstanz (um den Ausdruck Strassers zu gebrauchen) bildet sehr dünne, durch Hämatoxylin sich stärker färbende Lamellen, welche zwischen den dicht aneinander gedrängten Vorknorpelzellen liegen; ein vollkommen zusammenhängendes Alveolennetz bilden diese Lamellen in diesem frühen Entwickelungsstadium noch nicht. Hier finde ich auch, wie es schon von Strasser beschrieben wurde, dass einzelne in der Vorknorpelanlage liegenden Zellen sich mit Hämatoxylin viel intensiver als alle anderen färben, was auch zu den Charakterzügen der frühen Stadien der Vorknorpelentwickelung (Strasser) gehört. Das so beschaffene Prochondralgewebe (Pr. ch) unterscheidet sich ganz deutlich von dem dasselbe umringenden dichten Mesenchym (Mes). Wie aus der Rekonstruktion Fig. 55 ersichtlich, werden folgende Skelettteile in der freien Extremität von Vorknorpel gebildet: proximal ein länglichovales und ziemlich dickes Element (Fig. 55, H), der Humerus. Distal von ihm sehen wir zwei divergierende etwas kleinere Skelettelemente, welche dieselbe Form wie der Humerus haben: es sind der Radius (R) (praeaxial) und die Ulna (U) (postaxial); die Anlage des Radius ist etwas kleiner als die der Ulna. In der Carpalregion treten noch keine vorknorpeligen Anlagen auf und dieser Abschnitt stellt noch eine ganz einheitliche Mesenchymmasse ohne irgendwelche differenzierte Skelettbildungen dar. Distal von derselben, in der Anlage des vierten Fingers (Fig. 55, Dig. IV) sehen wir eine gut differenzierte Säule von Prochondralgewebe, die erste Anlage des Skeletts dieses Fingers. Weder im fünften Finger, noch in der noch undifferenzierten Mesenchymanlage der übrigen Finger sind in diesem Stadium Prochondralbildungen zu sehen.

Die soeben beschriebenen Prochondralanlagen des Extremitätenkeletts sind in diesem Stadium vollkommen selbständig und nicht

mit einander verbunden: geschieden sind sie durch mehr oder weni ger bedeutende Strecken des noch nicht differenzierten dichten Mesenchymgewebes der Extremität.

Was die Reihenfolge des Auftretens der prochondralen Skelettanlagen anbetrifft, so zeigen Humerus, Ulna und Radius in der Beschaffenheit ihres Gewebes nur wenige Altersunterschiede: im allgemeinen können wir sagen, dass der Humerus sich ein wenig früher als Radius und Ulna anlegt: der Zeitunterschied ist hier jedenfalls nicht gross. Das Vorknorpelgewebe des vierten Fingers ist weniger differenziert, so dass wir annehmen müssen, dass es sich etwas später als die soeben erwänten Skelettelemente anlegt.

Unsere Beobachtungen in diesem wichtigen Stadium zusammenfassend, können wir sagen, dass:

1. Die erste Anlage des Extremitätenskeletts durch eine dichte Mesenchymmasse, an welcher der Form nach die einzelnen Abschnitte (wie Schultergürtel, Arm, Vorderarm, Hand) unterscheidbar sind, repraesentiert wird. In dieser einheitlichen primären Skelettanlage treten an ganz bestimmten Stellen die vorknorpeligen Zentren der einzelnen Skellettstücke der Extremität (H, U, R, Dig. IV) auf. Diese Anlagen sind unter einander nicht verbunden. Humerus, Ulna und Radius erscheinen als kurze dicke Stücke von annähernd ovaler Form.

2. Die Fingeranlagen bilden sich *im Inneren der Handplatte* (Dig. IV, V) (nicht als Sprossungen an deren distalem Rande).

3. Die Reihenfolge der Entwickelung der einzelnen Skelettelemente geht 1) in proximo-distaler und 2) in ulno-radialer (in der Handplatte) Richtung vor sich: progressiv entwickeln sich der 4-te und 5-te Finger. Eine interessante Tatsache ist es, dass die Reihenfolge der Entwickelung in proximo-distaler Richtung nicht ganz regelmässig vor sich geht, da die prochondrale Anlage des vierten Fingers sich früher entwickelt als die Elemente des Carpus (Carpalia): der Carpus wird, so zu sagen, bei der Entwickelung übersprungen.

Die Entwickelung der Skelettanlagen schreitet rasch weiter fort, so dass wir an einem sehr wenig älteren Embryo, dessen Vorderextremität auf Taf. V, Fig. 57 nach Flächenschnitten rekonstruiert ist, nicht unwichtige Veränderungen konstatieren können. In den Anlagen des Humerus, der Ulna und des Radius sind Veränderungen in der Beschaffenheit des Vorknorpelgewebes eingetreten: auf Fig. 58,

welche einen Schnitt durch die Ulnaanlage bei stärkerer Vergrösserung darstellt, sehen wir, dass das interzellulare Maschenwerk im Vorknorpelgewebe der Skelettanlage (U) viel deutlicher geworden ist, als dies im vorigen Stadium der Fall war (Fig. 56). Die in transversaler Richtung verlängerten Maschen geben auf dem Schnitt das Bild eines kontinuirlichen Netzwerkes. Rings um die prochondrale Anlage liegt dichtes Mesenchymgewebe (Fig. 58 mes) und man kann deutlich erkennen, wie die Lamellen der Kittsubstanz in dieses Mesenchym eindringen und die Vorknorpelbildung so weiter vor sich geht.

An Humerus, Ulna und Radius sind keine bedeutenden morphologischen Veränderungen zu sehen: in der Entwickelung des Handskeletts können wir dagegen solche konstatieren: im Stadium Fig. 55 waren noch gar keine carpalen Skelettelemente vorhanden und nur im vierten Finger war eine Vorknorpelanlage zu sehen; ausgebildet waren nur die Finger 4 und 5. Im vorliegenden Stadium sind alle fünf Finger differenziert und liegen in der Handplatte eingebettet (äusserlich ist (Fig. 57) von ihnen noch nichts zu sehen). Ausserdem finden wir im dritten und fünften Finger Säulen von sehr jungem Vorknorpelgewebe (wie auf Fig. 55 im 4-ten Finger) ausgebildet. Der 1-te und 2-te Finger sind noch mesenchymatös.

Im Carpus, dem distalen Ende der Ulna gegenüber, sieht man im dichten Mesenchym ein rundliches Vorknorpelzentrum, die Anlage des Ulnare (Fig. 57 u), liegen. Das interzellulare, sich mit Hämatoxylin intensiv färbende Netzwerk, ist in dieser Anlage sehr deutlich erkennbar. Die Maschen haben eine unregelmässig polygonale Form und sind nicht wie in den Anlagen der langen Skelettelemente (Humerus, Radius, Ulna etc.) in einer bestimmten Richtung abgeplattet. Eine primäre vorknorpelige Verbindung zwischen Ulnare und Ulna (oder anderen Skelettelementen) konnte ich nicht konstatieren, so dass ich annehmen muss, dass dasselbe vollkommen selbständig entsteht. Distal vom Ulnare fängt ein anderes carpales Element, nämlich das Carpale 4 (Fig. 57 c_4) an sich zu differenzieren. Sein Bildungsmodus ist aus dem Vergleich der Fig. 55, 57, 59 zu ersehen: im Stadium Fig. 55 erschien die Anlage des vierten Fingers als eine noch undifferenzierte lange Prochondralanlage (Fig. 55, Dig. IV). Auf Fig. 59 sehen wir das proximale Ende dieser Skelettanlage nach einem Flächenschnitt aus der Serie, nach der die Re-

konstruktion Fig. 57 angefertigt worden ist, bei stärkerer Vergrösserung dargestellt; man sieht, dass eine Differenzierung in der früher ganz einheitlichen Skelettanlage eingetreten ist: im proximalen Ende derselben bildet sich ein Verknorpelungszentrum, welches sich durch die Anordnung seiner Zellen von der übrigen Skelettanlage abhebt (c_4). Hier haben die Zellen eine polygonale Form (c_4), durch welche sie sich von den in der Richtung der Fingeraxe abgeplatteten Zellen der distalen Fingerskelettanlage (Dig. IV, Fig. 59) unterscheiden. In der Strecke zwischen dem proximalen rundlichen Ende (Fig. 59 c_4) und der übrigen (distalen) Anlage (Dig. IV) des Fingers sind die Balken der Interzellularsubstanz dünner (Fig. 59 *): offenbar geht hier der Prozess der Vorknorpelbildung weniger intensiv vor sich als bei c_4 und Dig. IV; die Strecke * (Fig. 59) erscheint etwas eingeschnürt.

Alles Gesagte zusammenfassend, können wir sagen, dass das proximale Ende (c_4) der ursprünglich einheitlichen Skelettanlage des vierten Fingers sich als selbständiges Skelettelement herauszudifferenzieren beginnt. Die Lage dieses sich abschnürenden Teiles, seine Form und, wie wir sehen werden, sein weiteres Schicksal zeigen, dass wir hier das Carpale distale 4, welches sich von dem Metacarpale abzuschnüren anfängt, vor uns haben. In späteren Entwickelungsstadien sind Carpale und Metacarpale IV von einander getrennt; interessant ist die Tatsache, dass in sehr frühen Entwickelungsstadien dieselben vorknorpelig mit einander verbunden sind.

Einen ganz ähnlichen Vorgang beobachte ich (Fig. 57 und Fig. 60) in der Skelettanlage des dritten Fingers (Dig. III), doch hat hier die Differenzierung des Carpale 3 (c_3) nur eben angefangen und wird nur durch die Anordnung und Form der Vorknorpelzellen im proximalen Ende der Skelettanlage des dritten Fingers angedeutet: die Abschnürung hat noch nicht begonnen. Besonders demonstrativ ist der Vergleich der Figuren 60 und 59 (da die Entwickelung der Carpalia distalia in allen Fingern in gleicher Weise verläuft): dieselben stellen so zu sagen aufeinander folgende Stadien ein und desselben Entwickelungsmodus dar: man sieht, dass das Carpale distale (c_3) auf Fig. 60 nach Form und Anordnung der Vorknorpelzellen vollkommen deutlich von der übrigen Skelettanlage des Fingers zu unterscheiden, von dem künftigen Metacarpale jedoch noch nicht abge-

schnürt ist; auf Fig. 59 fängt diese Abschnürung eben an. Die in diesem Stadium gemachten Beobachtungen resümierend, müssen wir sagen, dass:

1. Die Entwickelung der Skelettanlagen bedeutend vorgeschritten ist: zu den früher beschriebenen Skelettanlagen (Humerus, Ulna, Radius, Anlage des 4-ten Fingers) gesellen sich noch folgende prochondrale Anlagen: das Ulnare (u), das Carpale distale 4 (c_4) und die Vorknorpelsäulen des 3-ten und des 5-ten Fingers (Dig. III, Dig. V, Fig. 57). Angedeutet ist das Carpale distale 3 (c_3).

2. Das Ulnare ensteht ganz selbständig, ohne irgend welchen Zusammenhang mit den übrigen Skelettstücken der Extremität. *Die Carpalia distalia 3 und 4 differenzieren sich aus den proximalen Enden der ursprünglich einheitlichen prochondralen Skelettanlagen des dritten und vierten Fingers heraus.*

3. Im Allgemeinen können wir sagen, dass die ulnare Seite der Hand (Ulnare, Carpale distale 4) sich im Vergleich mit der radialen progressiv entwickelt (vergl. Rekonstruktion Fig. 55 und 57); speziel der vierte Fingerstrahl weist eine progrediente Entwickelung auf.

Die Skelettanlagen des nächstfolgenden Stadiums sind auf Rekonstruktion Fig. 61 wiedergegeben. Was ihre histologische Beschaffenheit anbetrifft, so muss ich bemerken, dass sich in diesem Stadium einige von den Skelettanlagen schon in jungen Knorpel zu verwandeln anfangen; die Beschreibung dieses Knorpels verlege ich bis auf ein etwas späteres Entwickelungsstadium, in welchem derselbe besser zu sehen ist. Humerus (H, Fig. 61), Ulna (U) und Radius (R) bestehen aus solchem jungen Knorpelgewebe. An der Ulna hat sich der Pr. olecranon (Ol) gebildet. Im Carpus sind ausser dem Ulnare (u) und Carpale distale 4 (c_4) noch das Carpale distale 3 (c_3) differenziert; die beiden Carpalia distalia (c_4, c_3) sind in diesem Stadium schon vollkommen selbständige Zentren, welche ihre Verbindung mit den metacarpalen Abschnitten der Fingerstrahlen 3 und 4 aufgegeben haben und in dem Mesenchymgewebe eingebettet sind. Das Carpale distale 5 (c_5) ist im vorliegenden Stadium in Bildung begriffen und fängt an in derselben Weise wie die Carpalia 3 und 4 (vergl. Fig. 57, 59, 60 c_3, c_4) sich aus dem proximalen Abschnitt des fünften Fingerstrahles herauszudifferenzieren.

Auch die Entwickelung der Skelettanlagen in den Fingern selbst

ist etwas weiter vorgeschritten: die Skelettaxen des zweiten und ersten Fingers (Dig. II, Dig. I. Fig. 61) haben sich vorknorpelig angelegt, so dass jetzt die Skelettelemente aller fünf Finger vorhanden sind. In den Fingern 3 und 4 ist noch eine weitere Differenzierung eingetreten: wir sehen nämlich in der vorknorpeligen Skelettaxe des vierten Fingers zwei länglich ovale, aus sehr jungem Knorpel, resp. älterem Vorknorpelgewebe, bestehende Anlagen (Fig. 61, IV, Ph_1 IV): es sind die Anlagen des Metacarpale (IV) und der ersten Phalanx (Ph_1 IV) des betreffenden Fingers. Ebenso haben sich im dritten Finger das Metacarpale III und die erste Phalanx (III, Ph_1 III) angelegt. *Wir sehen also, dass das Skelett eines Fingers sich ursprünglich als eine einheitliche Anlage,—als ungegliederter, aus Prochondralgewebe bestehender Stab—, anlegt.* Dieser einheitliche Fingerstrahl fängt an sich in proximodistaler Richtung zu differenzieren: *zuerst sondert sich aus der gemeinsamen Anlage das Carpale, dann das Metacarpale und dann der Reihe nach die Phalangen des betreffenden Fingers heraus.*

Alle diese Skelettstücke (Carpale distale, Metacarpale und Phalangen) eines bestimmten Fingerstrahles stehen also in innigerem Verhältniss zu einander als zu den anderen Skelettelementen der Extremität, da sie Gliederungsstücke einer ursprünglich einheitlichen Skelettanlage vorstellen.

Die Entwickelung des Skeletts der Extremität geht wie früher in zwei Richtungen vor sich, und zwar: 1) in proximo-distaler und 2) in ulno-radialer Richtung.

In einem etwas späteren Stadium (Rekonstruktion Fig. 62) sehen wir noch einige neue Anlagen ausgebildet: es hat sich nämlich das Carpale distale des fünften Fingers (c_5, Fig. 62) aus dem proximalen Ende der betreffenden Skelettsäule (vergl. Fig. 61 c_5) entwickelt und das Metacarpale V fängt an sich zu differenzieren. Ebenso hat sich das Carpale 2 angelegt (c_2), obleich die Absonderung desselben ihren Abschluss noch nicht erreicht hat. Ausserdem hat sich in der Mitte des Carpus (Fig. 62), nach innen vom Ulnare, die prochondrale Anlage eines neuen Skelettstückes (C) ausgebildet: seine Lage (ebenso wie seine weitere Entwickelung) weisen deutlich darauf hin, dass wir das Centrale carpi vor uns haben.

Bevor wir dieses Stadium verlassen, sei noch einiges über die Form der carpalen Skelettelemente während dieser frühen Entwickelungs-

stadien bemerkt: wir haben jetzt eine gewisse Anzahl von solchen Skelettelementen vor Augen, nämlich das Ulnare (u), Centrale (C) und die Carpalia distalia 2—5 (c_2—c_5); alle diese Stücke haben eine runde Form und die Anordnung der Zellen zeigt, dass sie an der Peripherie gleichmässig nach allen Seiten wachsen. Da diese Skelettelemente in einer gewissen Entfernung von einander liegen (also keinen Druck auf einander ausüben) und in gleichmässig dichtes Mesenchym eingebettet sind, so können wir, glaube ich, ruhig annehmen, dass ihre runde Form von dem nach allen Richtungen gleichen Widerstand des sie umringenden Gewebes bedingt ist. Später werden wir sehen, wie sich diese Form verändert, wenn die Stücke grösser werden und in nähere Beziehungen zu einander treten.

Die Fig. 63 zeigt uns die Rekonstruktion eines Stadiums, in dem schon eine bedeutende Anzahl von Skelettelementen vorhanden ist. Humerus, Ulna und Radius haben sich im Vergleich zu den früheren Stadien bedeutend in die Länge ausgedehnt, so dass sie als lange dünne Knorpelstäbe erscheinen: wir können sagen, dass bei diesen Teilen der Fortschritt in der Entwickelung besonders in dem überwiegenden Längenwachstum der Anlagen besteht (vergl. Fig. 55 mit Fig. 63, H, U, R). Aeusserlich wird die Extremität in diesem Stadium dadurch charakterisiert, dass die fünf Fingerstrahlen als Ausbuchtungen über den freien Rand der Handplatte hervorragen.

Auch in der histologischen Beschaffenheit der Skelettelemente der Extremität sind manche Veränderungen eingetreten, die ich aber bei der Beschreibung des nächstfolgenden Stadiums, wo sie deutlicher hervortreten, berücksichtigen werde.

Die Entwickelung der Skelettelemente des Handabschnittes hat, wie aus dem Vergleich der Fig. 63 und 62 ersichtlich, bedeutende Fortschritte gemacht: zu den früher beschriebenen Skelettstücken (Humerus, Radius, Ulna, Ulnare, Carpalia distalia 2—5, Centrale, Metacarpalia und erste Phalangen des 3-ten und 4-ten Fingers, (vergl. Fig. 62) haben sich folgende neue Skelettelemente gesellt: dem Radius gegenüber hat sich ein neues Verknorpelungszentrum, dessen Grenzen noch nicht scharf hervortreten, angelegt: seiner Lage nach ist es entschieden das Radiale (r). Das Carpale des 2-ten Fingers hat sich von seinem Metacarpale (vergl. Fig. 62) abgelöst

und erscheint als ein rundes Knorpelzentrum (c_2, Fig. 63), und auch das Metacarpale des 2-ten Fingers ist wohl differenziert.

In der Skelettsäule des 1-ten Fingers fängt der proximale Teil—die Anlage des Carpale 1 (c_1)—an sich zu differenzieren, doch hat sich derselbe noch nicht von seinem Metacarpale gesondert; endlich hat sich an der Aussenseite des distalen Endes der Ulna noch ein Element, das Pisiforme (pi), angelegt.

Im 2-ten Finger ist das Metacarpale deutlich ausgebildet (II, Fig. 63): im 3-ten sind keine Veränderungen im Vergleich zu Stadium Fig. 62 eingetreten; im 4-ten hat sich die zweite Phalanx (Ph. IV, Fig. 63) differenziert; im 5-ten sind das Metacarpale und die erste Phalanx neu entstanden (V, Ph. V, Fig. 63). Der in Stadium Fig. 63 erlangte Fortschritt lässt sich wie folgt ausdrücken; ich setze die Anlagen in Klammern, deren Entwickelung im betreffenden Stadium nur eben beginnt):

Stad.
Fig. 62. R U u C — — $(c)_2$ c_3 c_4 c_5 — (II) III Ph_1 III IV Ph_1IV (V)
Stad.
Fig. 63. R U u C r (c_1) c_2 c_3 c_4 c_5 (I) II III Ph_1 III IV Ph_1IV Ph_2IV V Ph_1V

Wie schon mehrere Male betont wurde, entwickelt sich auch hier die ulnare Seite der Hand, besonders der 4-te Fingerstrahl, progressiv. Wenn man die Figuren 57, 61, 62 und 63 miteinander vergleicht, so lässt sich Folgendes in Bezug auf die Art und Weise, wie die Entwickelung der Finger in distaler Richtung vor sich geht, konstatieren: im Stad. Fig. 57 wird ein Fingerstrahl durch eine nahezu ungegliederte Prochondralsäule (Dig. III, Dig. IV) repräsentiert. Auf Stadium Fig. 61 haben sich in diesen Prochondralsäulen (Dig. III, Dig. IV, Fig. 61) die Metacarpalia (III, IV) und die ersten Phalangen (Ph_1 III, Ph_1 IV) differenziert. Dieselben legen sich in situ an. Wir sehen, dass sich die Vorknorpelsäulen distal von den Anlagen der Phalangen eine Strecke weiter hinziehen und so zu sagen die Bildungsstelle für weitere Phalangenanlagen (Dig. III, IV, Fig. 61) vorstellen. Im Stadium Fig. 63 hat sich im 4-ten Finger eine neue Phalanx, die Ph_2IV, gebildet, während distal von ihr die doch undifferenzierte Fortsetzung der Vorknorpelsäule des 4-ten Fingers liegt: letztere ist offenbar eine Neubildung, welche dadurch entstanden ist, dass die Fingerskelettanlage distalwärts weiter wächst; man

sieht dies auch aus der Veränderung der Form des distalen Extremitätrandes (vergl. Fig. 61, 62, 63).

Wir können also die Schlussfolgerung machen, dass die diskreten Skelettanlagen der Fingerstrahlen (Carpalia distalia, Metacarpalia, erste, vielleicht auch zweite Phalanx) sich in situ als Differenzierungen der ursprünglich vorknorpeligen Fingerstrahlen anlegen, dass aber bei der weiteren Entwickelung das distale Ende der Fingerskelettanlage beständig in die Länge wächst und dass die folgenden Gliederungsstücke eines Fingers sich in diesem, sich neubildenden distalen Teil des Fingers, anlegen.

Von einer primären Sprossung der Finger, deren manche Autoren bei der Beschreibung der Extremitätenentwickelung erwähnen, kann bei Ascalabotes in den frühen Entwickelungsstadien gar keine Rede sein. Als eine solche könnte man nur die Bildung der distalen Phalangen, welche, wie wir soeben gesehen haben, nur in späten Entwickelungsstadien stattfindet, ansehen: hier kann dieselbe jedoch Keinenfalls als ein primärer Bildungsmodus der Fingerstrahlen aufgefasst werden.

Ich gehe jetzt zu der Beschreibung eines etwas späteren Stadiums, in welchem der Fortschritt in der histologischen Entwickelung, von dem ich schon früher gesprochen habe, deutlich ausgeprägt ist, über; von der Beschreibung der morphologischen Veränderungen, welche im Vergleich mit dem soeben beschriebenen Stadium nur unbedeutend sind, sehe ich an dieser Stelle ab.

In histologischer Hinsicht hat der Carpus eine bedeutende Veränderung in seiner Beschaffenheit erlitten. In einem früheren Stadium haben wir den Beginn des Verknorpelungsprozesses konstatiert; in diesem Stadium hat derselbe bedeutende Fortschritte gemacht: den Charakter des Knorpelgewebes erkennen wir auf Fig. 64, welche einen Schnitt durch das Carpale distale 4 (vergl. Fig. 63 c_4) darstellt. Die Fig. 64 c_4 mit Fig. 58 c_4 und 59 c_4 vergleichend sieht man, dass im Stadium Fig. 64 die Kittsubstanz des jungen Knorpels bedeutend an Dicke zugenommen hat und ein dickwandiges Alveolenwerk, in welchem die einzelnen Knorpelzellen eingebettet sind, bildet. Dieses Alveolenwerk erscheint auf den Schnitten als ein einheitliches, aus Knorpelsubstanz gebildetes, zusammenhängendes Maschennetz. Von einzelnen Knorpelkapseln, so zu sagen Knorpelindividuen, sehe ich in diesem, ebenso wie in den früheren Stadien, nichts,

so dass ich annehmen muss, dass die Knorpelentwickelung bei Ascalabotes im Allgemeinen nach demselben Typus wie bei den Amphibien (Strasser 79) und Cyclostomen (Schaffer 01) verläuft. Denselben Typus der Knorpelbildung konnte ich auch bei anderen Reptilien (Seps, Calotes, Mabuia) konstatieren. Betonen muss ich dabei, dass ich nur von dem allgemeinen Charakter der Knorpelentwickelung spreche, da es mir selber gelang spezielle Differenzen in der Knorpelentwickelung bei allen diesen Tiergruppen zu konstatieren (Cyclostomen, Urodela, Anura, Saurii). Auf diese speziellen Differenzen gehe ich hier nicht näher ein, da der Zweck meiner Arbeit (und demnach auch die technischen Hülfsmittel, deren ich mich bediente), nicht ein histologischer, sondern ein morphologischer war. Die Tatsache, die ich hier hervorheben möchte, ist die, dass bei allen erwähnten Tiergruppen die Knorpelentwickelung nach einem gemeinsamen allgemeinen Bildungstypus erfolgt.

Charakteristisch für diesen Bildungstypus ist der Umstand, dass die Grundsubstanz des Knorpels sich nicht in Form individualisierter, vereinzelter Knorpelkapseln, sondern als ein kontinuirliches intercellulares Alveolenwerk entwickelt. Auf die Besprechung der Frage, ob dieses Alveolenwerk (in den Prochondralstadien) als ein Metamorphosierungsprodukt der peripheren Schicht des Protoplasmas der eng aneinander gedrängten Mesenchymzellen, oder als Ausscheidung derselben zu betrachten sei, gehe ich aus den oben erwähnten Gründen nicht ein.

In Bezug auf Ascalabotes sei noch Folgendes bemerkt: die Form der Alveolen des jungen Knorpels ist eine sehr verschiedene (Fig. 64, chn.). In der Mitte eines runden Skelettelements haben sie gewöhnlich eine rundliche Form, an der Peripherie desselben sind sie dagegen abgeplattet. In den langen Skelettstücken (Humerus, Radius, Ulna etc.) sind die Alveolen in der Mitte des Skelettstücks oval (die Längsaxe der Zellen ist dabei senkrecht zur Längsaxe des Knorpelstabs gestellt); zwischen Diaphyse und den Epiphysen sind sie sehr stark abgeplattet und in halbzirkelförmige, in der Richtung der Diaphyse konkave Reihen angeordnet. An den Epiphysen endlich ist die Abplattung der Alveolen wieder schwächer. Das Studium der Schnittserien zeigt ganz klar, dass die mehr oder weniger ausgesprochene Abplattung der Zellen und der sie umgebenden Knorpelalveolen eine Funktion des Wachstums, d. h. eine Kompression

in der Richtung des stärksten Wachstums darstellt. Wir sehen dabei, dass die langen Skelettstücke ein überwiegendes Längenwachstumsvermögen besitzen, und dass der Zuwachs durch die Vermehrung der Zellen besonders an zwei Stellen, nämlich zwischen der Diaphyse und den beiden Epiphysen stattfindet. Die runden Skelettstücke wachsen (wenigstens in den früheren Entwickelungsstadien) gleichmässig an ihrer ganzen Peripherie.

Eine andere interessante Tatsache ist die, dass das zwischen den einzelnen Knorpelzentren liegende Mesenchym sich zum grössten Teil in Vorknorpelgewebe verwandelt hat, so dass z. B. im Carpus die aus jungem Knorpel bestehenden Skelettelemente (Ulnare, Carpalia distalia 2—5, Fig. 65) in eine einheitliche carpale Vorknorpelmasse eingebettet liegen; der Uebergang zwischen Knorpel- und Vorknorpelgewebe ist ein ganz allmählicher, wie aus Fig. 64, die einen Flächenschnitt durch das Carpale 4 (chn) und das dasselbe umgebende und mit den anderen Skelettelementen des Carpus verbindende Vorknorpelgewebe (p. chn) deutlich ersichtlich.

Eine ebensolche vorknorpelige Verbindung finde ich zwischen Humerus, Radius und Ulna, und zwischen den einzelnen Metacarpalia und Phalangen, so dass die freie Extremität in diesem Stadium durch eine einheitliche prochondrale Anlage, in der die knorpeligen (und auch aus älterem Vorknorpel bestehenden) Skelettelemente eingebettet sind, repraesentiert wird.

Man könnte sagen, dass ein gewisser Parallelismus in der Entwickelung der knorpeligen und der vorknorpeligen Anlagen der Extremität besteht: d. h. die knorpeligen Skelettelemente sind jetzt in derselben Weise in der gemeinsamen Vorknorpelmasse der Extremität eingebettet, wie es in den vorigen Stadien die (noch prochondralen) Zentren in der Mesenchymanlage waren.

In den soeben beschriebenen Stadien haben sich die meisten Skelettelemente der Hand angelegt; die Figuren 66 und 67 geben die morphologischen Verhältnisse in einem bedeutend späteren Stadium, in dem die Entwickelung schon bedeutende Fortschritte gemacht hat, wieder: erstens haben sich einige neue Skelettstücke angelegt und zweitens hat sich die Form der früher gebildeten Elemente bedeutend verändert.

Es haben sich mehrere Phalangen in den Fingern neu gebildet, nämlich im 1-ten Finger finden wir jetzt zwei Phalangen, im 2-ten

gleichfals zwei, im 3-ten drei, im 4-ten vier und im 5-ten zwei Phalangen entwickelt (Fig. 66). Im Carpus hat sich das Carpale des ersten Fingers (c_1) von seinem Metacarpale, mit dem es im vorigen Stadium noch verbunden war, abgelöst und ist ein selbstständiges Skelettstück geworden. Die Form der carpalen Knorpel hat sich bedeutend verändert: in den vorigen Stadien (vergl. Fig. 61—65) hatten sie eine kugelige (auf den Schnitten eine kreisrunde) Gestalt; wie schon früher auseinandergesetzt wurde, ist diese runde Form das Resultat des gleichmässigen, zentrifugalen Wachstums der ursprünglich (vergl. Fig. 57) runden Prochondralanlagen: die Anlagen der carpalen Skelettstücke liegen nämlich in den frühen Entwickelungsstadien in solcher Entfernung von einander, dass sie bei ihrer Vergrösserung keinen merklichen Druck auf einander ausüben und gleichmässig wachsen können. Jetzt haben (Fig. 66) die carpalen Knorpel jedoch einen solchen Umfang erreicht, dass sie dicht an einander zu liegen kommen und bei dem fortschreitendem Wachstum an ihren Grenzflächen auf einander drücken: wir sehen, dass ihre Form sich dementsprechend verändert hat und im allgemeinen aus einer kugelförmigen eine keilförmige geworden ist; dabei sind die spitzen Winkel der Keile der proximalen Seite der Hand zugewandt (Fig. 66). Diese Formveränderung steht augenscheinlich mit dem Umstande im Zusammenhange, dass die carpalen Skelettstücke ein intensiveres Grössenwachstum aufweisen als der ganze carpale Abschnitt der Hand, in dem sie liegen, und so lässt sich dieselbe also auf eine Wachstumsdifferenz zwischen dem Skelett und den dasselbe umringenden Geweben zurückführen. Diese Formveränderung betrifft folgende Skelettteile (Fig. 66, 67): Radiale (r) Ulnare (u), Centrale (C), Carpalia distalia 2—5 (c_2—c_5); das neugebildete Carpale distale 1 hat seine ursprüngliche rundlich ovale Form bewahrt.

Eine interessante Veränderung beobachten wir am Ulnare (Fig. 66, 67 u); ich erinnere daran, dass in den vorigen Stadien das Ulnare eine runde Form hatte (Fig. 63 u); jetzt ist es ein grosses dreieckiges Knorpelstück, welches an seiner medianen-proximalen Seite einen hakenförmigen Fortsatz besitzt, geworden; dieser Fortsatz liegt der Innenfläche der Ulna eng an (i). Auf dem auf Fig. 67 abgebildeten Flächenschnitt durch die Ulna sehen wir, dass das Ulnare eigentlich aus zwei Teilen besteht: der grössere, aus älteren, schon stark

vakuolisierten Knorpelzellen bestehende Teil entspricht dem uns schon bekannten Ulnare; am hakenförmigen Vorsprung dagegen ist der Knorpel seiner histologischen Beschaffenheit nach noch sehr jung und die Verknorpelung fängt hier nur eben erst an. Dieser Unterschied im histologischen Charakter der beiden Teile des ulnaren Knorpels ist ein sehr scharfer, so dass die Abgrenzung derselben von einander deutlich erkennbar ist (Fig. 67 u, i). Ich habe mehrere sehr nahe Stadien daraufhin untersucht und kann sagen, dass der Fortsatz i des Ulnare sich nicht durch allmähliges Wachstum des Knorpels an der hinteren inneren Grenze des Ulnare bildet, sondern direkt durch gleichzeitige Verknorpelung des hier liegenden Mesenchyms entsteht.

Ich war längere Zeit im Zweifel, ob dieser Fortsatz i, welcher sich durch seine Entwickelung etwas von den anderen Skelettteilen unterscheidet, eine besondere Bedeutung habe, d. h. ob er etwa den letzten Rest eines früher selbstständigen carpalen Skelettstückes, welches seine Selbstständigkeit verloren und mit dem Ulnare zusammengeflossen ist, repräsentiere? In diesem Falle könnte nur (seiner Lage nach) das Intermedium in Frage kommen.

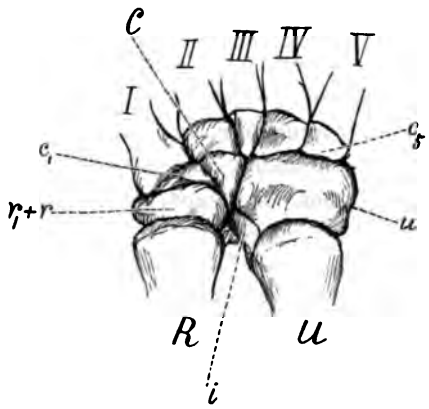


Fig. 8. Carpus einer erwachsenen Lacerta ocellata; Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

Jetzt neige ich mich dieser Annahme aus folgenden Gründen zu: wie bekannt, ist ein rudimentäres Intermedium carpi bei manchen Sauriern (Born 76), unter anderem bei Lacerta aufgefunden worden. Ich habe seine Lage bei Lacerta ocellata (an nicht mazerierten Objekten, um die natürlichen Lagebeziehungen der Teile zu erkennen) möglichst genau untersucht: Die Textfig. 8 ist nach einem solchen Präparat von Lacerta ocellata gezeichnet. Wir sehen das Radiale, Ulnare, Centrale und zwischen diesen Knochen und den Enden der Ulna und des Radius das rudimentäre Intermedium (i) als einen kleinen länglichen Knochen liegen. Man beachte seine Lage: es liegt dem Ulnare (u) und der inneren Seite der Epiphyse der Ulna

(U) dicht an. Wenn wir die Textfig. 8 mit den Fig. 66, 67 vergleichen, so sehen wir, dass die Lagebeziehungen der beiden in Rede stehenden Teile (u, i) bei Lacerta ocellata und den Embryonen von Ascalabotes genau dieselben sind: wenn wir uns die Trennungslinie zwischen u und i bei Lacerta ocellata weg denken, so bekommen wir genau, ohne irgend welche Verlageruug der Teile, den Zustand, den wir bei den Embryonen von Ascalabotes beobachten. Darum glaube ich, dass der Fortsatz i bei Ascalabotes einem rudimentären, mit dem Ulnare zusammengeflossenen Intermedium entspricht. Zu Gunsten dieser Deutung spricht auch die Art und Weise, wie sich dasseble (i) anlegt: wir wissen, dass rudimentäre Skelettstücke sich im Allgemeinen verhältnissmässig spät anzulegen pflegen. Später verschwindet der Unterschied in der histologischen Beschaffenheit zwischen u und i (Fig. 67) gänzlich, so dass wir ein ganz einheitliches Skelettelement u i vor uns haben.

Noch eins sei über die histologische Beschaffenheit des Carpus in diesem Stadium bemerkt: im vorigen Stadium sahen wir, dass die Carpalelemente durch Vorknorpelgewebe miteinander verbunden waren (Fig. 64, 65): in diesem Stadium ist diese Verbindung zum grössten Teil aufgehoben, so dass zwischen den einzelnen Carpalia embryonale Bindesubstanz liegt.

In dem auf Fig. 66 dargestellten Stadium sind bereits Verknöcherungen vorhanden. Die Knorpelstäbe des Humerus, des Radius und der Ulna sind in ihren Diaphysenteilen von einer dünnen Schicht von perichondralem Knochen umgeben; der Knorpel ist von der Verknöcherung nicht berührt, aber die Zellen sind stark vakuolisiert und weitmaschig geworden. Die beiden Epiphysen sind von Knochensubstanz noch vollkommen frei; am Carpus finde ich keine Spuren einer Verknöcherung, wohl aber am Metacarpus: hier, wie ich an einem etwas jüngerem Stadium als das auf Fig. 66 dargestellte, konstatieren konnte, beginnt der Verknöcherungsprozess an den drei mittleren Metacarpalia (II, III, IV), an denen in den Diaphysenabschnitten sich dünne perichondrale Knochenhüllen bilden. Auf der auf Fig. 66 rekonstruierten Extremität haben alle fünf Metacarpalia (I, II, III, IV, V) solche Knochenhüllen erhalten, nur sind die Verknöcherungen an den Metacarpalia I und V schwächer ausgebildet, was auch auf ihre spätere Entwickelung hindeutet. Weiter haben sich ebensolche Knochenhüllen an den ersten Phalan-

gen der drei mittleren Finger (Ph. II, Ph. III, Ph. IV) ausgebildet; hier fängt die Verknöcherung nur eben an. Wir können also sagen, dass die Verknöcherung in den Phalangen in derselben Reihenfolge wie im Metacarpus vor sich geht, d. h. dass sie in regelmässigen Querreihen (in proximodistaler Richtung) erfolgt und dass die mittleren Strahlen zuerst verknöchern, die Randstrahlen dagegen etwas später. Bemerkenswert ist, dass in der Verknöcherung der Ascalaboteshand die in der Entwickelung des Knorpelskeletts so auffällig ausgeprägte progressive Entwickelung der ulnaren Seite der Hand und besonders des vierten Fingerstrahles nicht zum Ausdruck kommt. In der Verknöcherung der langen Knochen der Extremität sehen wir dagegen einen ganz anderen Entwickelungsmodus; die Verknöcherung geht in proximodistaler Richtung (1. Humerus, 2. Radius, Ulna, 3. Metacarpalia II — IV, 4. Metacarpalia I, V, erste Phalangen der Finger II — IV, etc.) vor sich, wobei der Carpus bei der in proximodistaler Richtung erfolgenden Verknöcherung so zu sagen übersprungen wird. Im Metacarpus und in den Phalangen bemerken wir eine unbedeutende Verzögerung in der Verknöcherung der Randstrahlen (I, V).

Wir können sagen, dass in den frühen Entwickelungsstadien der Extremität die Entwickelung der Skelettelemente (Vorknorpel- und Knorpelanlagen) *eine Kombination zweier Entwickelungsrichtungen, nämlich einer proximodistalen und einer ulno-radialen, vorstellt.* In den späteren Stadien (bei der Bildung der distalen Phalangen) überwiegt die Entwickelung in proximodistaler Richtung, so dass die distalen Phalangen sich in Querreihen anlegen. Derselbe Prozess der Entwickelung in proximodistaler Richtung lässt sich auch bei der Entwickelung der Röhrenknochen nachweisen: *hier finden wir nur die Entwickelung in proximodistaler Richtung* [mit einer nicht stark ausgedrüdckten Progression der Mittelstrahlen (II, III, IV) im Vergleich zu den Randstrahlen (I, V)]. Man könnte annehmen, dass die Entwickelung in ulnoradialer Richtung *einen primitiveren Entwickelungsmodus*, der während der späteren Stadien verschwindet, darstelle.

Was die Phalangenzahl anbetrifft, so lässt sich dieselle in diesem Stadium durch die Formel 2 2 3 4 2 ausdrücken.

In dem soeben beschriebenen Stadium kamen die Züge der Extremität des erwachsenen Tieres bereits ganz deutlich zum Ausdruck;

ich gehe jetzt zu der Beschreibung des Extremitätenskeletts eines jungen Ascalabotes, bei dem der Verknöcherungsprozess im Carpus eben begonnen hat, über (Fig. 68). Alle Phalangen sind wohl verknöchert, so dass die Phalangenformel des erwachsenen Tieres hier deutlich zu erkennen ist.

Wie bekannt, wird angenommen, dass die Phalangenzahl bei allen Autosauriern mit wohl entwickelten Extremitäten eine konstante ist und sich durch die Formel 2 3 4 5 3 ausdrücken lässt. Wie aus der Fig. 68 ersichtlich, ist diese Formel für Ascalabotes fascicularis eine etwas andere, nämlich 3 3 4 5 3; der erste Finger besitzt nicht zwei, sondern drei Phalangen. Diese Formel ist für Ascalabotes konstant, wenigstens habe ich an keinem der von mir untersuchten Exemplare eine Ausnahme gefunden. Die einzelnen Phalangen sind von sehr ungleicher Länge: im Allgemeinen kann man sagen, dass bei den Fingern, welche eine grosse Zahl von Phalangen besitzen (vierter und dritter Finger) die einzelnen Phalangen kürzer sind als die entsprechenden Phalangen der übrigen Finger. Durch diese Tatsache werden die Grössenunterschiede zwischen den einzelnen Fingern, die nach der Zahl der Phalangen zu erwarten wären, zum Teil ausgeglichen. Die Metacarpalia sind verhältnissmässig kurz und von annähernd gleicher Länge.

Was die Carpalia anbetrifft, so finden wir ein Verknöcherungszentrum im Ulnare (Fig. 68); alle übrigen Carpalia sind noch knorpelig. Die Form der einzelnen Carpalia ist am besten aus der Fig. 68 ersichtlich: wir sehen dass grosse Intermedio-ulnare, dass ebenfalls ansehnliche Radiale (r), und zwischen ihnen das kleine, längliche, keilförmige Centrale (C); lateral und palmar vom distalen Ende des Radius liegt das Pisiforme, das eine ovale Form hat. Die fünf Carpalia distalia ($c_1 - c_5$) haben eine gleichartig keilförmige Gestalt; dass grösste unter ihnen ist das Carpale distale 4, das kleinste das Carpale 1. Das Verknöcherungszentrum (eigentlich die Verkalkung) im Ulnare hat eine kreisrunde Form; sie scheint nur dem Ulnare, nicht dem mit dem Ulnare verschmolzenen Intermedium anzugehören. Da keine anderen Verknöcherungszentren im Carpus zu sehen sind, so scheint die Verknöcherung des Carpus von Ascalabotes mit der ulnaren Seite zu beginnen, wodurch die Verknöcherung des Carpus sich von derjenigen der Röhrenknochen unterscheidet. Die zeitliche Reihenfolge in der Entwickelung der einzelnen

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Entwickelung des Skeletts der hinteren Extremität von Ascalabotes fascicularis.

Die frühen Entwickelungsstadien der hinteren Extremität von Ascalabotes sind denen der vorderen sehr ähnlich: die äussere Form der Extremitätenanlage ist dieselbe (vergl. Fig. 1, A). Die Anlage hat eine horizontale Stellung, ebenso wie die der Vorderextremität in frühen Entwickelungsstadien. Aus der flossenförmigen Anlage bildet sich die aus einem kurzen Stiel (Arm-Vorderarm) und einer breiten Fussplatte bestehende Anlage der eigentlichen pentadactylen Extremität.

Auch die erste Anlage des Extremitätenskeletts ist mit dem, was wir bei der vorderen Extremität gesehen haben, fast identisch: die vorknorpeligen Anlagen des Femur, der Tibia und der Fibula treten in derselben zeitlichen Reihenfolge auf und erfahren dieselben histologischen Veränderungen wie Humerus, Radius und Ulna; auf diese Weise kann ich eine ausführliche Beschreibung der ersten Stadien ihrer Entwickelung unterlassen.

Nur ein Umstand sei bei der Entwickelung dieser Skelettteile hervorgehoben. Bei der Entwickelung der vorderen Extremität haben wir gesehen, dass die beiden Elemente des Zeugopodiums von den ersten Stadien ihrer Entwickelung an eine divergierende Lage haben

(Fig. 55); bemerkenswert ist es, dass in der hinteren Extremität die entsprechenden Elemente (Tibia und Fibula) einander parallel liegen und so von Anfang an die Lage, die sie beim erwachsenen Tier haben, einnehmen. Es erscheint interessant, dass ein auf den ersten Blick so untergeordnetes Merkmal, wie die Lagebeziehung der Elemente des Zeugopodiums zu einander, schon in den ersten Entwickelungsstadien ausgebildet wird und durch alle die bedeutenden Veränderungen, welche die Extremität bei ihrer Entwickelung durchmacht, fortbestehen bleibt.

Die Fingeranlagen bilden sich wie in der vorderen Extremität im Innern der Handplatte und ihr Hinauswachsen über den Rand der Handplatte als freie, unter einander nicht verbundener Fingerstrahlen erfolgt nur in verhältnissmässig sehr späten Stadien. Die zeitliche Aufeinanderfolge in der Entwickelung der Skelettanlagen im Fuss ist im Allgemeinen dieselbe wie in der Hand; sie erfolgt 1. in proximodistaler Richtung und 2. vom fibularen (postaxialen) Rande der Extremität zum tibialen (praeaxialen).

Zur Erläuterung des soeben Gesagten möge die nach Flächenschnitten angefertigte Rekonstruktion Fig. 69 eines verhältnissmässig frühen Entwickelungsstadiums der hinteren Extremität dienen. Wir sehen die Anlage des Zeugopodiums und des Autopodiums mit den schon angelegten fünf Zehen; diese Anlage besteht aus dichtem embryonalem Mesenchym, in dem die Anlagen der zu dieser Zeit ausgebildeten einzelnen Skelettelemente eingebettet liegen; mit anderen Worten haben sich in der allgemeinen mesenchymatösen Anlage vorknorpelige Zentren, von denen aus die Entwickelung der einzelnen Skelettteile beginnt, angelegt.

In diesem Stadium finde ich folgende diskrete vorknorpelige Skelettteile vor: den Femur (Fig. 69 Fm), die Fibula (F) und Tibia (T), welche, wie die entsprechenden Elemente in der vorderen Extremität, noch sehr kurz sind; im Autopodium sehen wir das gut ausgebildete Fibulare, welches genau dem Ende der Fibula gegenüber liegt (f) und den eben angelegten Astragalus (A), der median vom proximalen Ende des Tibia, also zwischen den Enden der Elemente des Zeugopodium gelegen ist. [1]). Das Tarsale 4 (t_4) ist

---

[1]) Die Bezeichnung dieses Elements bietet manche Schwierigkeiten: wie bekannt, bezeichnet man dasseble mit den Namen „Tibiale", „Tritibiale" und

in diesem Stadium wohl entwickelt, das Tarsale 3 (t_3) ist angedeutet, hat sich aber aus der allgemeinen Anlage der dritten Zehe noch nicht herausdifferenziert. In der vierten Zehe sehen wir ausserdem noch das Metatarsale und die erste Phalanx ausgebildet (Fig. 69, IV, Ph. IV). In der fünften Zehe ist die histologische Beschaffenheit des proximalen Teils des vorknorpeligen Strahles eine etwas andere als im distalen Teil des Strahles und erinnert an das, was wir bei der Ausbildung der Tarsalia distalia an den anderen Zehen sehen; schon hier will ich darauf hinweisen, dass sich an diesem Zehenstrahl kein diskretes Tarsale distale bildet.

Der Grad der histologischen Differenzierung der einzelnen Skelettteile der hinteren Extremität ist in diesem Stadium ein sehr verschiedener, was auf der Rekonstruktion Fig. 69 schematisch wiedergegeben ist. Im Allgemeinen kann man sagen, dass alle Skelettstücke der freien Extremität noch auf der Vorknorpelstufe stehen, doch ist das Vorknorpelgewebe an den proximalen und den mehr fibular liegenden Teilen älter als an den distalen und tibialen. Im

---

Astragalus (die üblichsten Bezeichnungen). Später werden wir sehen, dass das Element, welches wir auf der Rekonstruktion Fig. 69 sehen, höchst wahrscheinlich dem Tibiale-Intermedium entspricht, also kein einfaches Element ist. Darum glaube ich, dass es nicht richtig ist es einfach als „Tibiale", wie es z. B. Osborn ('03) tut, anzusprechen; später schliessen sich ihm noch andere Tarsalia an; die Bezeichnung Tritibiale wäre für manche Reptilien, für die sich die Zusammensetzung des betreffenden Skelettstückes aus drei Tarsalia nachweisen lässt, passend; aber sie geht von der Annahme aus, dass dieses Element sich stets aus drei primitiven Tarsalien bildet: dies ist jedoch nicht richtig, da wir, wie wir sehen werden, Formen kennen, bei denen der in Rede stehende Skelettteil bei dem erwachsenen Tier sich aus einer grösseren Anzahl von Tarsalien bildet. Darum behalte ich für das der Tibia gegenüberliegende Element des Reptilientarsus den alten Namen „Astragalus", welcher keine Hypothese über seine Bildung voraussetzt, bei; mit diesem Namen bezeichne ich das Element, welches in der proximalen Reihe der Tibia gegenüber liegt, in allen Entwickelungsstadien. Richtiger wäre es allerdings dasselbe in den frühen Entwickelungsstadien (wie wir aus den folgenden Abschnitten sehen werden) als Tibio-Intermedium, in den späteren Tibio-Intermedium-Centrale 1, in noch späteren Stadien (bei einigen Reptilien) Tibio-Intermedium-Centrale-1-Centrale 2 zu bezeichnen, aber diese Bezeichnungen wären allzu schwerfällig und dadurch für den Leser unbequem. Darum ziehe ich es vor, den alten Namen „Astragalus" in dem Sinne zu gebrauchen, dass ich mit diesem Namen ein Komplex von miteinander verwachsender Tarsalien an der praeaxialen proximalen Seite des Tarsus bezeichne und dabei die Zahl der Komponenten nicht in Betracht nehme.

Femur sind die Trabekeln des Vorknorpelgewebes ziemlich dick; weniger, aber doch gut ausgebildet sind sie in den Anlagen der Tibia und der Fibula; viel feiner, aber noch sehr deutlich sind die Trabekeln des Prochondralnetzes im Fibulare, Tarsale distale 4 und Metatarsale IV; am schwächsten ist dieses Vorknorpelnetz im Astragalus, Tarsale distale 3 und am proximalen Ende des fünften Zehenstrahles entwickelt. Dem Ausbildungsgrade des Prochondralgewebes nach entwickeln sich die Skelettstücke der hinteren Extremität in folgender zeitlichen Reihenfolge: 1. Fm, F, T, 2. f, t_4, IV, ph_1 IV. 3. A, Dig. III, Dig. V, Dig. II, Dig. I.

Was die einzelnen Elemente des Tarsus anbetrifft, so können wir zu dem Gesagten noch hinzufügen, dass das Fibulare und der Astragalus vollkommen unabhängig in einiger Entfernung von einander zur Anlage kommen. Einen Hinweis darauf, dass der Astragalus aus zwei Elementen besteht, konnte ich nicht finden. Interessant ist die Tatsache, dass das Tarsale 4, welches, wie bekannt, bei dem erwachsenen Ascalabotes (wie fast bei allen Autosauriern mit wohlentwickelten Extremitäten) die Metatarsalia des vierten und fünften Zehe trägt, sich als ein vollkommen einheitliches Eliment t_4 anlegt (Fig. 69). Wie bekannt, wurde öfters behauptet, dieses Tarsale distale entspreche nicht einem einzigen, sondern zwei zusammengeflossenen Elementen, nämlich den Tarsalia distalia 4 + 5 (Cuboid Gegenbaur, '64). Meine Beobachtungen in den frühen Entwickelungsstadien von Ascalabotes sprechen entschieden gegen diese Annahme: das Tarsale distale 4 entwickelt sich *im Zusammenhang mit dem Metatarsale der vierten Zehe,* und steht in den frühen Entwickelungsstadien in keinerlei Beziehungen zu dem fünften Zehenstrahl: solche Beziehungen treten erst in späteren Entwickelungsstadien auf und sind darum offenbar sekundärer Natur. Diese Beobachtung zieht die Frage nach sich, wo wir das Tarsale 5 der Autosaurier und zunächst von Ascalabotes zu suchen haben? Hat sich dieses Tarsale vollständig reduziert, oder sind einige Spuren desselben erhalten geblieben?

Um auf diese Frage etwas näher einzugehen, müssen wir den allgemeinen Entwickelungsgang der Carpalia und Tarsalia distalia in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen. Beim Studium der Entwickelung der vorderen Extremität haben wir gesehen, dass die Carpalia distalia sich in einem innigen Connex mit den Metacarpalia entwickeln. Den Zusammenhang der Metatarsalia mit den entspre-

chenden vorknorpeligen Zehenstrahlen können wir im Stadium Fig. 69 am dritten Zehenstrahl erkennen: die Skelettanlage der Zehe wird durch eine einheitliche, aus sehr jungem Vorknorpelgewebe bestehende Säule (Dig. III) repraesentiert; aus dem proximalen Ende dieser Säule differenziert sich das Tarsale distale 3 heraus, welches durch seine rundliche Form und die eigenartige Anordnung der Prochondralzellen leicht kenntlich ist; in diesem Stadium ist dasselbe noch mit der Anlage des Metatarsale III innig verbunden. Später löst sich diese Verbindung auf, wie dies auch im Stad. Fig. 69 zwischen Tarsale distale 4 und Metatarsale IV der Fall war. Hier haben sich Metatarsale IV und erste Phalanx (Dig. IV) gebildet: sie erscheinen als lokale Differenzierungen der ursprünglich einheitlichen Vorknorpelsäule der vierten Zehe. Ganz denselben Entwickelungsmodus haben wir für die Carpalia distalia der vorderen Extremität konstatieren können, und können nun sagen, dass wir hier einen gemeinsamen (wenigstens für Ascalabotes) Bildungsmodus der Carpalia und der Tarsalia distalia vor uns haben.

Auf Grund aller eben erwähnten Tatsachen können wir in Bezug auf das Tarsale distale 5 folgende Vermutung aussprechen: in den Fällen, wo es nicht gänzlich, ohne irgend welche Spuren in der Ontogenie zu hinterlassen, verschwunden ist, müssen wir die Ueberreste desselben im proximalen Ende der Skelettanlage der fünften Zehe suchen. Demnach gewinnt die Tatsache, das dass proximale Ende dieses Zehenstrahles in den frühen Entwickelungsstadien eine etwas andere hystologische Beschaffenheit, als der übrige (distale) Teil der Anlage aufweist, eine besondere Bedeutung: wir können denken, dass das Tarsale distale 5 mit dem Metatarsale verwachsen ist und während der ontogenetischen Entwickelung nicht mehr zur Ablösung kommt.

Was den allgemeinen Entwickelungsgang der hinteren Extremität anbetrifft, so können wir sagen, dass wir denselben Charakter, den wir in der vorderen Extremität konstatiert haben, auch in der hinteren wiederfinden: progressiv entwickelt sich die postaxiale Seite der Extremität und speziell der vierte Zehenstrahl.

Um den Lesser nicht durch Wiederholungen zu ermüden, übergehe ich einige von mir untersuchte Zwischenstadien und beschreibe im Folgenden ein bedeutend älteres Stadium, in dem die meisten Skelettelemente schon knorpelig sind und die Knochenbildung in Femur, Tibia und Fibula schon begonnen hat. Die Skelettanlagen der freien

Extremität sind auf der Fig. 70 dargestellt. Die Extremität ist schon im Kniegelenk gebogen und darum sieht man auf der Rekonstruktion nur das distale Ende des Femur (Fm); Tibia und Fibula sind länger geworden und haben dünne Knochenhüllen bekommen (T, F). Im Tarsus sehen wir folgende knorpelige Skelettstücke: den Astragalus (A), das Fibulare (f) und die Tarsalia distalia 2, 3, 4 (t_2—t_4); das Fibulare hat eine ovale Form und liegt dem distalen Ende der Fibula gegenüber; der Astragalus ist viel grösser als das Fibulare, so dass derselbe nicht nur im Zwischenraum zwischen den Enden der Tibia und Fibula, sondern auch gegenüber dem distalen Ende der Tibia zu liegen kommt. Mit dem Fibulare steht derselbe nicht in Verbindung, doch sind die beiden Elemente einander bedeutend genähert. Die bedeutende Grösse des Astragalus im Vergleich mit dem Fibulare ist eine sehr interessante Tatsache, besonders wenn wir bedenken, dass das Fibulare sich früher als der Astragalus anlegt und dass in den frühen Entwickelungsstadien kein bedeutender Grössenunterschied zwischen den beiden Elementen besteht. Der Astragalus ist knorpelig und hat ebenso wie das Fibulare eine ovale Form; an seiner distalen Seite bemerken wir aber einen aus dichtem Mesenchym bestehenden Auswuchs (Fig. 70, C), welcher in den freien Raum zwischen den Carpalia distalia 1—4 hineinragt. Dieser Auswuchs hängt unmittelbar mit der Oberfläche des Astragalus zusammen, seine histologische Beschaffenheit ist jedoch eine ganz andere: der Astragalus besteht in diesem Stadium aus hyalinem Knorpel, der Auswuchs C ist noch vollständig mesenchymatös. Offenbar haben wir hier (C) eine Anlage, die sich im Zusammenhang mit dem Astragalus, aber viel später als dieser letztere bildet, und dabei nicht allmählich aus dem Astragalus auswächst, sondern sich in situ anlegt: in etwas früheren Stadien hat der Astragalus eine rein ovale Form und von dem Auswuchs C ist nichts zu sehen. Auf die Bedeutung des Auswuchses werden wir weiter unten zu sprechen kommen.

Das Tarsale distale 4 hat sich im Stadium Fig. 70 (im Vergleich zu dem Stadium Fig. 69) bedeutend vergrössert und wir sehen, dass es jetzt an der Basis *zweier Metatarsalia*, nämlich der Metatarsalia IV und V liegt. Wie aus dem Vergleich der Figuren 69 und 70 hervorgeht, sind die Beziehungen des Tarsale distale 4 zum Metatarsale V rein sekundärer Natur.

Das Tarsale distale 3 ist etwas kleiner als das Tarsale 4 und liegt an der Basis des entsprechenden Metatarsale (t_3, III). Das Tarsale distale 2 (t_2) ist wohl augebildet und ganz deutlich von dem Metatarsale II gesondert, was in Bezug auf sein weiteres Schicksal interessant erscheint. Das Tarsale distale 1 (t_1) ist auch zur Anlage gelangt, obgleich die Sonderung desselben von dem Metatarsale 1 (I, Fig. 70) nicht so stark ausgeprägt ist wie bei den übrigen Tarsalia distalia. Dennoch ist diese Grenze zwischen Tarsale 1 und Metatarsale I deutlich erkennbar, so dass wir mit vollkommener Bestimmtheit sagen können, dass wir *ein ausgebildetes erstes Tarsale distale* vor uns haben.

Alle Tarsalia distalia haben in diesem Stadium eine längliche Form und umgeben mit ihren proximalen Enden den erwähnten mesenchymatösen Auswuchs C.

Zur Ergänzung des soeben Gesagten möge die Fig. 71, Taf. VI, welche einem Schnitt aus derselben Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 70 hergestellt ist, darstellt, dienen. Die Lage der einzelnen Skelettelemente ist aus dem Vergleich der beiden Figuren 70 und 71 ohne weiteres ersichtlich; hervorheben möchte ich folgendes: 1) den Unterschied in der histologischen Beschaffenheit des deutlich knorpeligen Astragalus (Fig. 71, A) und des mesenchymatösen C; 2) die Tatsache, dass der Auswuchs C nach innen (median) von Tarsale distale 1 liegt, was für seine Deutung von Wichtigkeit ist; 3) auf dem Schnitt ist die Grenze zwischen Tarsale distale 1 und Metatarsale 1 vollständig deutlich erkennbar.

Im Stadium Fig. 70 ist das Metatarsale 1 in seiner distalen Partie noch nicht völlig differenziert; alle übrigen Matatarsalia sind gut (Fig. 70, II—V) ausgebildet. Das Metatarsale III ist etwas länger als die anderen. Was die Ausbildung der Phalangen anbetrifft, so ist an der zweiten Zehe eine Phalanx, an der dritten zwei, an der vierten drei und an der fünften zwei Phalangen ausgebildet.

Der Beschreibung dieses Stadiums füge ich die Beschreibung eines späteren Stadiums (Fig. 72) bei und werde die Resultate der Untersuchung dieser beiden Stadien zusammen besprechen. Die allgemeine Form der Handplatte ist im Vergleich zu der Fig. 70 nur wenig verändert und die Zehen fangen nur eben an über die Grenze der Handplatte hin auszuwachsen. Im Tarsus sehen wir dieselben Anlagen wie auf der Rekonstruktion Fig. 70, d. h. den Astragalus

(A), mit dem Auswuchs C, das Fibulare (f) und die Tarsalia distalia 1—4 (t_1—t_4, Fig. 72); das Metatarsale I ist wohl ausgebildet (I) und in den Metatarsalien II, III, IV sind die ersten Anfänge der Verknöcherung in Form dünner, an der Oberfläche des Knorpels liegender Knochenhüllen zu sehen.

Die Entwickelung der Phalangen hat dagegen grosse Fortschritte gemacht, und dabei sind (wie in der vorderen Extremität) die postaxialen (fibularen) Zehen in der Entwickelung vorausgeeilt: in der ersten Zehe ist die 1-te Phalanx gut ausgebildet, die zweite angedeutet (Fig. 72, Ph_1 I, Ph_2 I), in der zweiten sind zwei Phalangen (Ph_1 II, Ph_2 II) gut entwickelt, in der dritten drei (Ph_1 III, Ph_2 III, Ph_3 III), von denen die dritte noch nicht vollkommen abgeschnürt ist, in der vierten vier (Ph_1 IV—Ph_4 IV) und in der fünften drei Phalangen (Ph_1 V—Ph_3 V).

Unser besonderes Interesse verdient der Astragalus (A) und der im früheren Stadium beschriebene Auswuchs C (Fig. 70, 72). Die Fig. 73 stellt einen Flächenschnitt durch den Astragalus und den proximalen Teil der Skelettanlage der ersten Zehe dar; er gehört zu demselben Stadium wie die Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 72 angefertigt ist. Die Schnittrichtung ist wie auf der Fig. 71 und wir sehen dieselben Skelettteile. Der Auswuchs C fängt eben an zu verknorpeln und die histologische Struktur des Knorpelgewebes im Astragalus und in C ist leicht zu unterscheiden: das Knorpelgewebe in C ist bedeutend jünger als im Astragalus (A). Auf demselben Schnitt finden wir, dass das Tarsale distale 1 (Fig. 73, t_1) von seinem Metatarsale (I) deutlich abgegrenzt ist.

Jetzt müssen wir die Frage erörtern, welche Bedeutung wir dem Auswuchs C zuschreiben können. Wir haben folgende Tatsachen vor uns: der Astragalus hat ursprünglich, ebenso wie das Fibulare, eine ovale Form und unterscheidet sich von diesem nur durch seine Grösse; in einem verhältnissmässig späten Stadium, nach beendeter Verknorpelung, bildet sich auf der distalen Seite desselben ein aus dichtem Mesenchymgewebe bestehender Auswuchs: dieser Auswuchs ist eigentlich eine lokale Mesenchymanhäufung, welche sich an Ort und Stelle bildet, und viel später als der Astragalus verknorpelt. Der Auswuchs C entsteht also nicht allmählich und wir können nicht annehmen, dass wir hier einfach eine Formveränderung des Astragalus vor uns haben: räumlich entsteht C im Zusam-

menhang mit dem Astragalus, zeitlich bildet und differenziert er sich später als A. Die Entwickelung dieses Gebildes führt uns zu dem Gedanken, dass wir hier ein Skelettelement, das früher selbständig war, später aber mit dem Astragalus verwachsen ist und nicht mehr selbständig zur Anlage kommt, vor uns haben. Auf die Frage, welches Element wir vor uns haben, giebt uns seine Lage eine unzweideutige Antwort: C liegt zwischen Astragalus und den Tarsalia distalia 1, 2, 3, 4 und wird von diesen Elementen des Tarsus so zu sagen umringt; das Tarsale distale 1 liegt nach aussen (praeaxial) von ihm. Eine solche Lage kann nur ein Centrale tarsi, welches seine charakteristische Lage beibehalten, seine Selbständigkeit aber eingebüsst hat, einnehmen. Wir können also sagen, dass wir bei Ascalabotes im Astragalus zwei Elemente unterscheiden können, welche früher eine selbständige Existenz besassen. Ich habe die Entwickelung des Centrale tarsi bei Ascalabotes so ausführlich beschrieben, weil es, wie mir scheint, ein interessantes Beispiel der Art und Weise, wie die Verwachsung der Elemente vor sich geht, vorstellt: wir müssen annehmen, dass diese Elemente früher selbständige, mit einander nicht verbundene Elemente waren. Dann verwuchsen sie beim Erwachsenen, aber embryonal waren sie noch getrennt; endlich ging der Verwachsungsprozess so weit, dass die beiden Elemente sich auch während der embryonalen Entwickelung selbst in frühen Stadien nicht mehr diskret anlegten und die Spuren der früheren Selbstständigkeit nur in der Heterochronie der Anlage erhalten blieben. In dem Falle, wenn auch diese Heterochronie ausgeglichen würde, hätten wir im Astragalus ein Element, welches einen Komplex von Tarsalien entsprechen würde, aber in dem wir weder im erwachsenen Zustand noch während des Embryonallebens seine Komponenten aufdecken könnten. Diese Tatsachen müssen wir, wenn wir die Zusammensetzung des Astragalus (A) in frühen Stadien erwähnen, im Auge behalten: die Tatsache, dass wir in den frühesten uns bekannten Stadien ihn als ein einfaches Element vorfinden, kann also nicht als positiver Beweis dessen, dass wir auch phylogenetisch ein einziges Element, das Tibiale, und nicht ein Tibio-interdium vor uns haben, gelten.

Die beiden soeben beschriebenen Entwickelungsstadien des Tarsus von Ascalabotes sind für uns deshalb wichtig, weil sie uns den höchsten Grad der Ausbildung diskreter, mit einander nicht verbundener oder

wenigstens von einander unterscheidbarer Elemente zeigen. Die Zusammensetzung des Tarsus lässt sich durch folgende Formel darstellen:

2	2	3	4	3
I	II	III	IV	V
t_1	t_2	t_3		t_4
	C			
A/				
T			f	
			F	

In den späteren Stadien beginnen die Elemente des Tarsus mit einander zu verwachsen, um die charakteristische Gestalt des Autosauriertarsus mit der unbedeutenden Anzahl von freier Tarsalia zu erreichen. Die Rekonstruktion des Tarsus eines solchen bedeutend späteren Stadium ist auf der Fig. 74 dargestellt. Alle Skelettstücke des Tarsus sind schon hyalinknorpelig und es hat sich, wie der Vergleich der Figuren 73 und 74 zeigt, die Form der Skelettelemente bedeutend derjenigen des erwachsenen Tieres genähert. In der proximalen Region des Basipodiums ist der grosse Astragalus (Astragalo-centrale des vorigen Stadium) mit dem kleinen Fibulare zusammengewachsen (ein Vorgang, welcher schon im vorigen Stadium eingeleitet war), so dass sich ein einheitliches grosses Tarsale proximale gebildet hat. Das Centrale wird nur durch einen Auswuchs auf der Astragalus-Partie dieses Tarsale proximale repraesentiert (C, Fig. 74); histologische Unterschiede zwischen demselben C) und dem übrigen Astragalus bestehen nicht; in der Region zwischen Astragalus und Fibulare haben sich Spuren ihrer früheren Stelbstständigkeit erhalten und die Anordnung der Knorpelzellen weist auf die frühere Grenze zwischen beiden Elementen hin.

Im Stadium Fig. 73 waren die Tarsalia distalia 1 und 2 (t_1, t_2) noch selbständige Elemente; in dem in Rede stehenden Stadium sind sie mit den Metatarsalia I und II (Fig. 74 t_1, t_2, I, II) verwachsen. Ich konnte diesen Verwachsungsprozess an einer Reihe von Zwischenstadien, welche ich hier nicht beschreibe, verfolgen, so dass wir mit Sicherheit sagen können, *dass das, was wir bei dem erwachsenen Ascalabotes Metatarsalia I und II nennen, eigentlich Metatarsale I + Tarsale distale 1 und Metatarsale II + Tarsale distale 2 sind.* Ich betone diese Tatsache, da die Frage, wo wir die Tarsalia distalia bei den Autosauriern zu suchen haben, ob sie reduziert

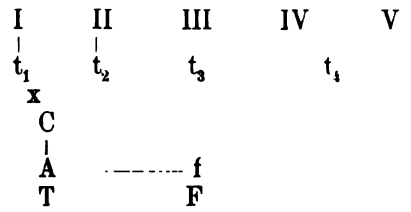
sind, oder ob sie mit den Metatarsalien zusammenwachsen, in der Litteratur mehrmals diskutiert worden ist und die verschiedenen Ansichten Vertreter gefunden haben; jetzt ist diese Frage gelöst.

Das Tarsale distale 3 (t_3) und das sehr grosse Tarsale distale 4 (t_4, Fig. 74) bewahren ihre Selbständigkeit. Das Metatarsale V hat eine hakenförmige Gestalt und artikuliert mit dem Tarsale distale 4 (Fig. 74).

Wenn wir das soeben Gesagte zusammenfassen, so kommen wir zu dem Schluss, dass die Zahl der Elemente des Tarsus sich im Laufe der Entwickelung durch Verwachsung der früher selbständigen Elemente untereinander bedeutend vermindert hat: anstatt der sechs freien Elemente des vorigen Stadiums, finden wir jetzt nur drei (Tarsale proximale, Tarsalia distalia 3 und 4) vor. Aber neben dieser Verschmelzung früher selbstständiger Elemente bemerken wir im Stadium Fig. 74 auch die Ausbildung eines neuen, früher nicht vorhandenen Skelettstücks: es bildet sicht nämlich zwischen C und $I+t_1$ (Fig. 74) eine Mesenchymverdichtung (x), in welcher ein Verknorpelungsprozess beginnt. In einem etwas späteren Stadium ist dieses Element (x) (Fig. 75 x) deutlich knorpelig. Dasselbe entsteht vollkommen selbstständig und unabhängig von den Nachbarstücken; seiner Form nach unterscheidet es sich etwas von den übrigen Tarsalien: es ist nämlich in proximodistaler Richtung stark abgeplattet.

Was die Deutung dieses Elementes des Tarsus anbelangt, so können wir mit Bestimmtheit sagen, dass dasselbe kein Tarsale distale 1 (für das es von Gegenbaur und and. gehalten wurde) vorstellen kann, da wir die Entwickelung des Tarsale 1 verfolgt haben und wissen, dass letzteres in das Metatarsale I aufgenommen wurde; ebenso wenig kann es ein Tarsale distale 2 sein. Dieses Skelettstück, in dem wir später ein Verkalkungszentrum finden, stellt den Meniscus Born's dar.

Wenn wir das soeben Gesagte zusammenfassen, können wir die Beschaffenheit des Zeugo-, Basi- und Metapodiums im vorliegenden Stadium durch folgende Formel ausdrücken:



Ueber die Verknöcherung, die in den zuletzt beschriebenen Stadien (Fig. 70 und folgende) eintritt, kann ich nichts Neues zu dem, was über die vordere Extremität bereits gesagt wurde, hinzufügen. Sie geht in derselben Reihenfolge vor sich, d. h. der Femur verknöchert zuerst, dann die Tibia und die Fibula, dann die Metatarsalia II, III, IV etc, ganz wie in der vorderen Extremität. Ebenso wie der Carpus wird bei der Verknöcherung der Tarsus sozusagen übersprungen: seine Verknöcherung beginnt in Stadien, in denen die Verknöcherung der Röhrenknochen schon weit vorgeschritten ist.

Auf der Fig. 76 ist die hintere Extremität eines jungen Ascalabotes, bei dem die Verknöcherungszentren (eigentlich die Verkalkungszentren) im Tarsus sich zu bilden anfangen, dargestellt. Im einheitlich knorpeligen Tarsale proximale (tr. pr. Fig. 76) sehen wir zwei Verknöcherungszentren, welche der Lage nach den früher selbstständigen Knorpel- resp. Vorknorpelanlagen des Tarsus entsprechen: das grössere entspricht dem Astragalus, das kleinere dem Fibulare; das Centrale wird durch einen noch vollkommen knorpeligen Auswuchs, welcher zwischen dem Meniscus (x) und den Tarsalia distalia 2—4 liegt, repraesentiert. Ob sich in demselben ein selbständiges Verknöcherungszentrum (wie z. B. bei Varanus) bildet, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen. Ein ansehnliches Verknöcherungszentrum befindet sich im Tarsale distale 4; die übrigen selbständigen Elemente des Tarsus, d. h. das Tarsale distale 3 und der Meniscus sind noch hyalinknorpelig. Wir haben gesehen, dass in den frühen Entwickelungsstadien die Metatarsalia eine annähernd gleiche Länge hatten (Fig. 70); nur das Metatarsale III war ein wenig länger, als die anderen. Jetzt (Fig. 76) sind die Metatarsalia der Länge nach sehr verschieden: die Metatarsalia II und III sind im Vergleich zu den anderen lang (Fig. 76), das Metatarsale I etwas kürzer; noch kürzer sind die Metatarsalia IV und besonders V. Sehr eigentümlich ist die Lage des sehr kurzen Metatarsale V und seine Beziehung zu dem Metatarsale IV: das Metatarsale IV artikuliert hauptsächlich mit dem Metatarsale V, so dass es auf demselben zu sitzen scheint. Der Vergleich mit den früheren Stadien zeigt, wie diese Beziehungen zu Stande gekommen sind: bei seinem Wachstum hat sich das Metatarsale V zwischen Tarsale distale 4 und Metatarsale IV eingeschoben. Da diese Beziehungen erst in

späten Entwickelungsstadien erworben werden und wir gesehen haben, dass in frühen Entwickelungsstadien das Metatarsale V sich in Form eines langen Knorpelstabes anlegt und keinerlei Beziehungen zum Metatarsale IV besitzt, so müssen wir annehmen, dass diese Beziehungen bei dem erwachsenen Tier sekundärer Natur sind und keine Bedeutung für die Beurteilung des Metatarsale V haben können. Ich betone diese Tatsache, da die eigentümliche Gestalt des Metatarsale V bei dem erwachsenen Tier manche Autoren zu dem Schlusse führt, dass dasselbe das Tarsale distale 5 vorstelle und dass demnach die Autosaurier und die Chelonier drei Phalangen in der fünften Zehe besitzen (Hoffman): diese Deutung wurde schon von Born zurückgewiesen und wir können uns (auf Grund unserer eingehenden Untersuchung der Entwickelung dieser Teile bei Ascalabotes) nur der Auffassung Borns unbedingt anschliessen [1]).

Interessant ist der Vergleich zwischen den Metatarsalia und den Phalangen: wir können sagen, dass an den Zehen, wo die Metatarsalia länger sind (I, II, III), die Phalangezahl kleiner ist. Was die Zahl der Phalangen anbetrifft, so ist sie bei Ascalabotes in der hinteren Extremität 3, 3, 4, 5, 4 und unterscheidet sich also von der für die Autosaurier gewöhnlich angenommenen Formel (2, 3, 4, 5, 4) durch die Anwesenheit einer überzähligen Phalanx an der ersten Zehe: in dieser Beziehung verhalten sich also die hintere und vordere Extremität in der gleichen Weise.

Hiermit schliesse ich die Beschreibung des Extremitätenskelettes von Ascalabotes fascicularis ab: das Resümé der Resultate unserer Untersuchune wird der Leser auf. S. 159, wo wir die von uns beim Studium der Ascalabotes-extremität gewonnenen Resultate mit dem, was die Entwickelung und Anatomie der anderen von uns untersuchten Reptilien ergiebt, vergleichen werden, finden.

V.

Die Entwickelung des Extremitätenskelettes von Seps chalcides.

Ich schildere in dieser Arbeit die Entwickelung des Skelettes der vorderen und hinteren freien Extremität von Seps als ein Bei-

[1]) Diese Deutung wird in Lehrbüchern selbst in neuester Zeit wiederholt z. B. Wiedersheim, Grundriss etc. 1898, S. 134, Fig. 134, 5, V.

spiel der Eigentümlichkeiten, die eine in regressiver Richtung stark abgeänderte Reptilienextremität aufweist.

Es wird angenommen (Gegenbaur '64, Fürbringer '70), dass die vordere Extremität von Seps aus folgenden Skelettstücken besteht: Humerus, Radius, Ulna, Radiale, Ulnare, Centrale, Carpalia distalia 2 und 3 und Metacarpalia I—IV; die Phalangenzahl der Finger I—III ist 2, 3, 3. Demnach sind bei Seps die Fingerstrahlen I—IV mehr oder weniger entwickelt, der Finger V vollkommen reduziert.

In der hinteren Extremität haben wir Femur, Tibia, Fibula, Astragalo-calcaneus (Tarsale proximale), Tarsale 3, Cuboid (Tarsalia distalia 4—5), Metatarsalia I, II, III, Phalangenformel der Zehen I—III, 2, 3, 3.

Wie ich dies bereits in meiner vorläufigen Mitteilung (Sewertzoff, '04) erörterte, haben mich meine Untersuchungen zu einer anderen Anschauung über die Deutung der Elemente des Autopodiums von Seps veranlasst. Ich kam zu dem Schlusse, dass bei diesem Tier der erste Finger- resp. Zehenstrahl sich gänzlich reduziert hat.

Im Folgenden werde ich die Befunde, die mich zu diesen Schlusse führten, darlegen.

Was die Ausbildung der allgemeinen Extremitätenform bei Seps anbetrifft, so können wir sagen, dass dieselbe einen Entwickelungsgang aufweist, welcher dem, was wir bei Ascalabotes gesehen haben, sehr ähnlich ist. Interessant ist die Verzögerung in der Entwickelung der Extremitätenanlage von Seps, welche, wie es scheint, mit der Reduktion dieses Organs im Zusammenhange steht. Wenn ich die Grösse der Extremitätenanlage von Seps in einem frühen Entwickelungsstadium mit derjenigen von Ascalabotes des entsprechenden Stadiums vergleiche, so finde ich, dass kein bedeutender Grössenunterschied zwischen den beiden Extremitäten besteht: die Extremitätenanlage von Seps ist nur sehr wenig kleiner als diejenige von Ascalabotes. Der Vergleich in etwas späteren Entwickelungsstadien zeigt jedoch einen ziemlich bedeutenden Grössenunterschied zwischen den beiden Anlagen: die von Ascalabotes ist viel grösser als die von Seps. Dasselbe bezieht sich auch auf den Vergleich der Extremitäten der erwachsenen Tiere. Wie bekannt, sind die Extremitäten des erwachsenen Seps im Vergleich zu der Körperlänge sehr klein und das Tier benutzt dieselben bei seiner kriechenden Bewegung nur sehr wenig.

Aus diesen Tatsachen können wir schliessen, dass die Reduktion der Extremitäten von Seps sich hauptsächlich in den späten Entwickelungsstadien äussert: die embryonale Anlage der reduzierten Extremität (Seps, frühe Stadien) unterscheidet sich nur sehr wenig von der Anlage einer nicht reduzierten Extremität (Ascalabotes, frühe Stadien), doch wächst diese Anlage langsamer (Retardation), so dass der Grössenunterschied zwischen den Extremitäten der erwachsenen Tiere ein sehr bedeutender wird.

Vordere Extremität.

Die Skelettanlagen der Extremitäten von Seps entwickeln sich im allgemeinen nach demselben Entwickelungstypus wie bei den Autosauriern mit wohl entwickelten Extremitäten. Wenn wir die Fig. 77, welche die Rekonstruktion eines frühen Entwickelungsstadiums der vorderen Extremität von Seps darstellt, mit der Fig. 55 (Ascalabotes) vergleichen, so sehen wir, dass die Skelettanlagen bei beiden Formen in diesen Stadien, abgesehen von der Differenz in der Grösse der Anlagen, einander sehr ähnlich sind: wir finden bei Seps die Anlagen des Humerus, der Ulna und des Radius (Fig. 77, H, U, R) und die prochondrale Anlage des vierten Fingers (Dig. IV) ganz ebenso ausgebildet wie bei Ascalabotes; die noch mesenchymatöse Anlage des fünften Fingers (Dig. V) ist deutlich erkennbar, die übrigen Fingestrahlen sind noch nicht differenziert; Ulna und Radius haben eine divergente Lage: in allen diesen Merkmalen besteht eine bedeutende Uebereinstimmung zwischen Ascalabotes und Seps.

Aus diesem wichtigen Stadium können wir schliessen, dass 1. der allgemeine Entwickelungsgang des Extremitätenskeletts bei *Seps derselbe ist, wie bei den Sauriern mit nicht reduzierten Extremitäten*, d. h. dass die *postaxiale Seite* der Extremität und im speziellen der vierte Finger sich *progressiv* entwickelt, und, 2. dass der *fünfte* Finger (vergl. Fig. 55 und 77) in frühen Entwickelungsstadien *nur unbedeutend kleiner ist als der vierte, was in Bezug* auf seine weitere Entwickelung ein gewisses Interesse hat.

Da diese Aehnlichkeit in der Entwickelung der Extremität von Seps und Ascalabotes sich auch auf die späteren Stadien bezieht, so werde ich die Entwickelung der einzelnen Skelettelemente der Extremitäten im Folgenden nur sehr kurz schildern; die Form,

Grösse und Reihenfolge der Entwickelung der einzelnen Elemente der vorderen Extremität ist auf den Rekonstruktionen Fig. 78—80 dargestellt. Auf Fig. 78 sehen wir in der Hand folgende Skelettstücke angelegt: das Ulnare (u), das Radiale (r) und die Carpalia distalia 3 und 4 (c_3, c_4); ausserdem sind die Metacarpalia II—V ausgebildet. Die Phalangen sind noch nicht differenziert. Interessant ist die Lage des Carpale distale 4: es liegt ebenso wie bei Ascalabotes an der Basis des vierten Fingers. Wir sehen, dass die Ausbildung der Elemente des Carpus eine ziemlich vollständige ist: es fehlen nur im Vergleich zu dem erwachsenen Tier das Centrale und das Pisiforme. Die Entwickelung der Finger weist aber auf eine gewisse Retardation im Vergleich zu den Autosauriern mit wohlentwickelten Extremitäten (Ascalabotes) hin.

Auf der Rekonstruktion Fig. 79 ist die Entwickelung etwas weiter vorgeschritten: am Humerus (H), Radius (R) und an der Ulna (U) sind schon Verknöcherungen vorhanden; im Carpus haben sich Centrale (C) und Pisiforme (pi) angelegt, so dass der Carpus jetzt vollständig ist (r, C, u, pi, c_3, c_4). In den Fingern sind die ersten Phalangen des 2-ten, 3-ten und 4-ten Fingers angelegt. In einem noch späteren Stadium, in dem schon alle Phalangen, wie beim erwachsenen Tier angelegt sind, finde ich bei einem Embryo einen kleinen Knorpel, der zwischen Radiale (r), Metacarpale II (II) und Carpale 2 eingeschoben ist (Fig. 80); auf anderen Serien desselben Stadiums finde ich dieses Element nicht. Der Lage nach ist dieses Element (c_2) das Carpale 2, das normal bei dem erwachsenen Seps fehlt, und sich als Rudiment in späten Entwickelungsstadien individuell anlegt. Beim erwachsenen Tier sind Radiale, Ulnare und Carpale 4 bedeutend grösser als Carpale 3 und Centrale. Die Metacarpalia II, III, IV sind von annähernd gleicher Länge (das Metacarpale III ist ein wenig länger als die anderen), das Metacarpale V ist sehr kurz. Wenn wir die Tatsache in Betracht ziehen, dass in den frühen Entwickelungsstadien die Anlage des fünften Fingers nur sehr wenig kürzer war als die des vierten (vergl. Fig. 77), so müssen wir annehmen, dass der *fünfte Finger sich retardiert* entwickelte, d. h. dass (abgesehen davon, dass bei ihm die Phalangen sich gar nicht anlegten) sein Metacarpale langsamer gewachsen ist als die übrigen Metacarpalia. Die Metacarpalia IV und V artikulieren wie bei Ascalabotes mit dem Carpale distale 4 (vergl. Fig. 80).

Wenn wir alles Gesagte zusammenfassen, so können wir sagen, dass die Entwickelung der Extremität im allgemeinen in derselben Weise wie bei Ascalabotes d. h. bei den Autosauriern mit wohlentwickelten Extremitäten, vor sich geht: in den früheren Entwickelungsstadien ist diese Aehnlichkeit stärker ausgeprägt als in den späteren, in denen sich die Merkmale, welche die Extremität von Seps als ein reduziertes Organ charakterisieren, ausbilden. Die Reduktion äussert sich erstens darin, dass alle Skelettelemente der Extremität sehr klein sind und zweitens darin, dass sich eine ganze Reihe von Elementen gar nicht anlegt. Letztere Tatsache ist von einem allgemeinen Standpunkt für uns von Interesse: wenn wir die allgemeine Aehnlichkeit im anatomischen Bau und in der Entwickelung zwischen der reduzierten Extremität von Seps und den nicht reduzierten der typischen Autosaurier in Betracht ziehen, eine Aehnlickeit, welche in manchen Beziehungen bis ins Detail (wie z. B. in den Beziehungen zwischen Carpale distale 4 und Metacarpalia IV und V) geht, so könnte man a priori erwarten, dass sich die bei dem erwachsenen Seps fehlenden Skelettelemente während der embryonalen Entwickelung anlegen, da sie sicher bei den gemeinsamen Vorfahren von Seps und den ihm am nächsten stehenden Gruppen der Autosaurier mit wohlentwickelten Extremitäten entwickelt waren. Dieses können wir jedoch nicht beobachten: *die verloren gegangenen Teile sind, wie es scheint, ohne irgend welche Spuren in der Ontogenie zu hinterlassen, veschwunden.* Das ist für die Beurteilung der regressiven Teile eine äusserst wichtige Tatsache. Aus ihr können wir vorläufig einen negativen Schluss ziehen: aus der Tatsache, dass bei einer (oder einigen) Formen einer gewissen Tiergruppe einige Elemente der Extremität (welche bei anderen Vertretern dieser Gruppe wohl entwickelt sind) im erwachsenen Zustand fehlen und während der embryonalen Entwickelung nicht angelegt werden, können wir nicht unmittelbar den Schluss ziehen, dass diese Elemente auch bei den Vorfahren dieser Formen nicht entwickelt waren: sie konnten bei diesen letzten wohl entwickelt gewesen und, ohne in der Ontogenie Spuren zu hinterlassen, reduziert worden sein, wie wir es bei Seps sehen. Ich betone diese Tatsache, weil bei den Versuchen die phylogenetische Entwickelung der Extremitäten der Pentadactylier zu rekonstruieren, von manchen Forschern solche Schlussfolgerungen in Bezug auf die Entwickelung der Extremitäten der Amphibien,

speziell der Urodela, gemacht worden sind, und aus der Tatsache, dass bei einigen Urodela eine kleinere Zahl von Skelettstücken im Autopodium sich anlegt und dass auch embryonal keine Rudimente verschwundener Skelettelemente auftreten, der Schluss gezogen wurde, dass dieser Zustand als ein primitiver angesehen werden muss.

Bei Seps finden wir, dass die für die Autosaurierextremität charakteristiche progressive Entwickelung der postaxialen Seite der Extremität in frühen Entwickelungsstadien stärker ausgeprägt ist als in späten: die knorpeligen Phalangen legen sich in Querreihen an.

Was die Reduktion der einzelnen Skelettelemente der Extremität von Seps anbetrifft, so können wir sagen, dass die Reduktion die distale Partie der Extremität stärker als die proximale betroffen hat: die Knochen des Armes und des Vorderarmes sind wohl ausgebildet und unterscheiden sich nur der Grösse nach von den entsprechenden Knochen der Autosaurier mit nicht reduzierten Extremitäten; die Knochen der proximalen Reihe des Carpus (Radiale, Ulnare, Centrale, Pisiforme) sind ebenfalls gut entwickelt; zwar habe ich bei Seps während der embryonalen Entwickelung kein Intermedium vorgefunden, aber dieser Knochen ist bei allen Autosauriern in Reduktion begriffen: er ist entweder rudimentär oder fehlt ganz. Die zweite Reihe der Carpalia (Carpalia distalia) ist dagegen stark reduziert: statt der fünf, normal bei den Autosauriern vorkommenden Carpalien finden wir bei Seps nur zwei (ausnahmsweise drei) (c_3, c_4 oder c_2, c_3, c_4). Noch stärker ist die Reduktion der Finger: der erste Finger fehlt gänzlich, der fünfte ist bis auf einen unansehnlichen Rest, das kleine Metacarpale V, reduziert. Auch bei den anderen Fingern fehlen die distalen Phalangen, so dass wir statt der bekannten Formel 2, 3, 4, 5, 3 (oder 3, 3, 4, 5, 3 für Ascalabotes), die Formel 0, 2, 3, 3, 0 erhalten. Die Atrophie ging also bei Seps 1. in distoproximaler Richtung und 2. von den Rändern der Extremität zu deren Mitte hin vor sich: der erste Finger ist vollständig verschwunden, der fünfte fast vollständig; dabei ist die Reduktion auf der radialen Seite der Extremität (atrophiert Carpalia distalia 1 und 2 Metacarpale und alle Phalangen des ersten Fingers) stärker als auf der ulnaren Seite.

Hintere Extremität.

Die Fig. 81 stellt die Rekonstruktion eines verhältnissmässig frühen Entwickelungsstadiums der hinteren Extremität von Seps dar, welches etwas jünger ist als das auf Fig. 78 dargestellte Stadium der vorderen Extremität. Femur (Fm), Tibia (T), und Fibula (F) sind knorpelig; die übrigen Skelettelemente der freien Extremität sind zum Teil knorpelig, zum Teil befinden sie sich in verschiedenen Stadien der Vorknorpelbildung. Im Tarsus sehen wir das Fibulare (f) und das Tarsale distale 4 (t_4) schon deutlich differenziert; die vier Metatarsalia sind wohl ausgebildet, und unterscheiden sich der Länge nach ziemlich wenig von einander: das Metatarsale V ist fast von gleicher Grösse wie die Metatarsalia II und III, das Metarsale IV ist verhältnissmässig lang. Die erste Phalanx der vierten Zehe ist bereits angelegt; in den anderen Zehen sind noch keine Phalangen zu sehen. Hier sehen wir, dass die progressive Entwickelung der postaxialen Seite etwas stärker ausgeprägt ist als in der vorderen Extremität der entsprechenden Stadien.

In einem späteren Stadium, wo die Verknöcherung der Tibia und Fibula bereits begonnen hat, finde ich (Fig. 82) schon alle Elemente des Tarsus angelegt: der grosse Astragalus fängt eben an mit dem kleinem Fibulare zu verwachsen (Fig. 83, A, f)—zwischen diesen Elementen liegt ein dünner Streifen von noch sehr jungem Prochondralgewebe; auch das Tarsale distale 3 hat sich angelegt (t_3). Die Metatarsalia sind in die Länge gewachsen, nur das Metatarsale V weist eine verzögerte Entwickelung auf: es ist bedeutend kleiner als die übrigen Metatarsalia, was besonders beim Vergleich der Figuren 81 und 82 auffällt. Die Zehen II, III und IV besitzen je eine Phalanx; von der Bildung der Phalangen der zweiten Reihe ist noch nichts zu erkennen.

Im Laufe der weiteren Entwickelung des Skeletts der hinteren Extremität von Seps verwachsen Astragalus und Fibulare zu einem einheitlichen Knorpel und bilden das Tarsale proximale. Ich habe diese Entwickelung verfolgen, jedoch keine Spuren der Bildung weder eines Centrale tarsi, noch eines Tarsale distale 2 entdecken können: diese Elemente legen sich bei Seps nicht mehr an, so dass wir annehmen müssen, dass die grösste Zahl der Tarsalia, welche wir während des Embryonallebens bei Seps vorfinden, vier ist. Beim erwachsenen Seps reduziert sich diese Zahl (Fig. 9 im Text) bis auf drei:

das grosse Tarsale proximale (tr. pr.), das Tarsale distale 4 und das kleine Tarsale distale 3. Am Tarsale proximale sehen wir, dass der dem Tibiale entsprechende Abschnitt desselben kleiner ist als der dem Astragalus entsprechende. An diesem letzteren finde ich einen Auswuchs, mit dem das Metatarsale der zweiten Zehe artikuliert (II): der Lage nach entspricht dieser Auswuchs dem Auswuchs C der hinteren Extremität von Ascalabotes, so dass es ziemlich wahrscheinlich erscheint, dass er auch hier (Seps) ein Centrale, welches sich aber während der embryonalen Entwickelung nicht mehr selbständig anlegt, vorstellt. Ob das Tarsale distale 2 bei Seps, wie bei den Autosauriern mit gut entwickelten Extremitäten im Metatarsale II enthalten ist, können wir nicht mit Bestimmtheit sagen: der Analogie nach könnte dies wohl der Fall sein.

Die Metatarsalia II, III, IV sind ungefähr von gleicher Länge wie die Phalangen der ersten Reihe; das Metatarsale II ist etwas kürzer und dicker als die anderen. Das Metatarsale V ist sehr kurz und hat eine hakenförmige Gestalt: im Vergleich zu den anderen Metatarsalia ist es viel kleiner als beim Embryo (vergl. Textfig. 9 mit der Fig. 81, 82 V). Die Zahl der Phalangen lässt sich durch dieselbe Formel wie in der vorderen Extremität ausdrücken, ist also 0 2 3 3 0.

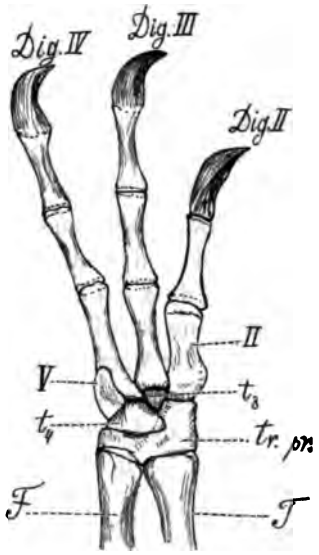


Fig. 9. Skelett der hinteren Extremität von Seps chalcides; Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

Wir haben jetzt kurz die Entwickelung der beiden Extremitäten bei Seps besprochen, und müssen die Frage, warum ich annehme, dass bei Seps der erste, und nicht wie man früher annahm, der fünfte Finger resp. Zehe reduziert, besprechen.

Es wird allgemein angenommen, dass das grosse Tarsale distale der postaxialen Seite bei Seps das Cuboid vorstelle (t_4); ich nehme dies gleichfalls an, nur mit der Einschränkung, dass es nur dem Tarsale distale 4, und nicht den Tarsalia distalia 4 + 5 entspricht. Dieses Tarsale distale trägt aber bei allen Autosauriern mit wohl entwickelten Extremitäten zwei Metatarsalia, nämlich die Metatarsalia IV

und V; dasselbe sehen wir auch bei Seps. Dabei hat das letzte rudimentäre Metatarsale der postaxialen Seite dieselbe für die hintere Extremität der Autosaurier typische hakenförmige Gestalt, welche das Metatarsale V bei den Autosauriern mit pentadactylen Extremitäten aufweist und die für dieses Metatarsale typisch ist. Darum nehme ich an, dass das Cuboid Autorum, mein Tarsale distale 4, die Metatarsalia IV und V trägt. Bei der früheren Deutung müssten wir aber annehmen, dass das Tarsale distale 4 (Cuboid Autorum) mit dem Metatarsale der dritten Zehe artikuliert, was, soviel ich weiss, bei keinem Autosaurier vorkommt, und wir müssten die noch unwahrscheinlichere Voraussetzung machen, dass das Tarsale distale 3 die zweite Zehe trägt.

Man könnte allerdings annehmen (wenn man durchaus bei der alten Deutung bleiben wollte) dass der als Cuboid bezeichenete Knochen nicht dem Tarsale distale 4 + 5, sondern dem Tarsale 3 entspricht: doch ist diese Annahme ebenfalls ziemlich unhaltbar, da wir bei keinem Autosaurier mit typisch entwickelten Extremitäten finden werden, dass das Tarsale distale 3 zwei Zehen trägt, und wir müssten ausserdem noch annehmen, dass Seps ein diskretes Tarsale 2 (was bei den pentadactylen Autosauriern ebenfalls nicht vorkommt) besitzt und in dieser Beziehung primitiver ist als z. B. Ascalabotes, bei dem das Tarsale distale 2 mit seinem Metatarsale verwächst. Das Vorkommen eines selbstständigen Tarsale distale 3 ist dagegen bei den Autosauriern Regel. Wir sehen also, dass die Annahme, dass bei Seps die vierte und fünfte Zehen reduziert seien, zu sehr unwahrscheinlichen Annahmen führt, welche allem dem, was wir über die Morphologie der Autosaurierextremitäten wissen, widerspricht. Dagegen steht die Annahme, dass bei Seps sich die erste Zehe vollständig und die fünfte bis auf das Metatarsale reduziert, mit den uns bekannten Befunden der Entwickelung und Anatomie der Reptilien extremitäten in vollkommenem Einklange. Demnach glaube ich, dass wir folgende Formel für die hintere Extremität von Seps aufstellen müssen:

2	3	3	
II	III	IV	V
	t_3	t_4	
	tr.	pr.	
	T	F	
	Fe.		

Was die vordere Extremität anbelangt, so haben wir gesehen, dass die Zusammensetzung desjenigen Abschnittes, in dem sich die Reduktion am meisten äussert, d. h. der Finger, ganz dieselbe ist, wie in der hinteren Extremität (Phalangenformel: 2 3 3 0); auch stossen wir auf eine grosse Aehnlichkeit in Form und Lage des rudimentären Metacarpale der postaxialen Seite (V): angesichts dieser Aehnlichkeit wäre es schwer denkbar, dass die Reduktion in der vorderen Extremität einen anderen Weg eingeschlagen hätte, als in der hinteren, und darum glaube ich, dass folgende Formel für die vordere Extremität angenommen werden muss:

2	3	3	
II	III	IV	V
(c_2)	c_3	c_4	
r	C	u	
R		U	
	H.		

Um dem Leser die Vergleichung beider Extremitäten von Seps miteinander und mit den Extremitäten der Autosaurier mit wohlentwickelten Extremitäten zu erleichtern, stelle ich die Extremitäten von Seps chalcides und von Ascalabotes fascicularis, wie sie nach unseren Untersuchungen gedeutet werden müssen, zusammen.

Vordere Extremität.

Ascalabotes . H R U r u — i C pi c_1 I 3*) c_2 II 3 c_3 III 4*) c_4 IV 5 c_5 V 3
Seps . . . . H R U r u — — C pi — — — (c_2) II 2 c_3 III 3 c_4 IV 3 — V —

Hintere Extremität.

Ascalabotes . Fm T F A — C — f x t_1 — I 3 t_2 — II 3 t_3 III 4 t_4 IV 5—V 4
Seps . . . . Fm T F A — — — f — — — — — II 2 t_3 III 3 t_4 IV 3—V —

Wenn wir die vordere und hintere Extremität von Seps miteinander und mit den Extremitäten von Ascalabotes vergleichen, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Im Allgemeinen entwickeln sich die Extremitäten von Seps ganz nach demselben Typus, wie die von Ascalabotes. Die Unterschiede in der Entwickelung stehen mit dem Umstande im Zusammenhang, dass Skeletteile, welche bei Ascalabotes wohl entwickelt sind, bei

*) Mit arabischen Ziffern ist die Zahl der Phalangen bezeichnet.

Seps nicht angelegt werden oder im Laufe der embryonalen Entwickelung eine mehr oder weniger bedeutende Reduktion erfahren, und dass die ganze Extremität von Seps sich in einem verzögerten Tempo entwickelt (was sich hauptsächlich auf das Wachstum der Organe, nicht auf ihre histologische Differenzierung bezieht) und darum die Extremitäten des erwachsenen sehr klein sind.

2. Die Reduktion äussert sich hauptsächlich in der distalen Partie der Extremitäten (Autopodium) und geht sozusagen von dem distalen Ende und den Rändern des Autopodiums zu dessen Mitte hin vor sich; an der praeaxialen Seite ist sie stärker ausgeprägt als an der postaxialen. Der Reduktionsprozess ging in ganz änlicher Weise wie in der vorderen, so auch in der hinteren Extremität vor sich, so dass wir sagen können, dass beide Extremitäten von Seps sich in analoger Weise reduzierten.

3. Wenn wir annehmen, dass Seps von einer Form, deren Extremitäten nach dem Typus, den wir bei der Mehrzahl der Autosaurier finden, gebaut waren, entwickelt hat (und eine andere Voraussetzung können wir nach den Daten der Entwickelung nicht machen), so müssen wir annehmen, dass bei dieser Form folgende Teile verloren gegangen sind: der ganze erste Finger resp. Zehe (nebst Carpale resp. Tarsale distale) die Phalangen des fünften Fingers resp. Zehe, die distalen Phalangen des zweiten (1 Phalanx), dritten (1) und vierten (2) Finger- resp. Zehenstrahles, die Carpalia distalia 2 und 5. Ausserdem sind in den Extremitäten von Seps Veränderungen, welche bei den Autosauriern mit wohl entwickelten Extremitäten begonnen haben, weiter vorgeschritten und einige Teile vollständig verschwunden: das Intermedium carpi legt sich embryonal nicht mehr an und wir finden während der embryonalen Entwickelung keine Spuren des Centrale tarsi und des Tarsale distale 2.

4. Die Anlagen der Extremitäten von Seps sind in frühen Entwickelungsstadien, wie gesagt, denjenigen von Ascalabotes änlicher als die entwickelten Extremitäten denjenigen des erwachsenen Ascalabotes, und die Veränderungen, welche zur Bildung der reduzierten Extremitäten von Seps führen, vollziehen sich in den späteren Entwickelungsstadien. Wir fanden, dass die Anlagen der Extremitäten von Seps in den frühen Entwickelungsstadien fast von derselben Grösse wie die von Ascalabotes sind und dass die charakteristische

Verkleinerung der Extremitäten von Seps eine Folge des langsamen Wachstums während der späteren Stadien darstellt, dass die Anlagen des Metacarpale resp. des Metatarsale V während der frühen Stadien sich von den Anlagen der übrigen Metacarpalia (metatarsalia) weniger unterscheiden als in späteren etc. Daraus können wir schliessen, das die *Reduktion* der Extremitäten von Seps *phylogenetisch bei den erwachsenen Formen begann und nur später sich auf die embryonale Entwickelung erstreckte.* Dabei wurden die späten Entwickelungsstadien von dem Reduktionprozess zuerst, die früheren Stadien zuletzt betroffen.

5. Die Reduktion betrifft die Extremität A) als ein Ganzes (was sich im allmählichen Kleinerwerden aller Teile der Extremität äussert) und B) partiell (Verkümmerung resp. Atrophie der einzelnen Skelettelemente im Vergleich zu anderen Skelettelementen, welche weniger verändert werden). Diese Tatsache ist äusserst interessant, da sie zeigt, dass neben dem allgemeinen Reduktionprozess noch, so zu sagen, „individualisierte" Reduktionprozesse statthaben können, welche mit grösserer Intensivität als der allgemeine Prozess vor sich gehen. Dieser Umstand aber weist auf eine gewisse Selbstständigkeit (Individualität) in der phylogenetischen Entwickelung der einzelnen Skelettelemente hin.

VI.

Die Entwickelung des Exremitätenskeletts von Emys lutaria.

Die frühen Entwickelungsstadien der Extremitäten von Emys wurden hauptsächlich von Rosenberg (92), Mehnert ('98) und Rabl ('03) beschrieben. Eine sehr genaue Untersuchung über die Entwickelung des Carpus verdanken wir Rosenberg: nach seinen Angaben lassen sich im Carpus von Emys während der Ontogenie folgende diskrete Elemente unterscheiden: Ulnare, Intermedium, Centrale ulnare, Centrale radiale + Radiale, Carpalia distalia 1—5, ein „radiales Radienelement" und ein Pisiforme (Accessorium), im ganzen 11 Elemente. Bei der weiteren Entwickelung verschmelzen die Carpalia distalia 4 und 5 miteinander und das Centrale ulnare verwächst vollständig mit dem Centrale radiale + Radiale, so dass

die Zahl der diskreten Carpalia sich vermindert. Bezüglich der Anlage der Centralia berichtet Rosenberg, dass in seinen jüngsten Stadien das Centrale ulnare ziemlich deutlich vom übrigen Teil der Anlage (Radiale + Centrale radiale) abgegrenzt ist; weniger deutlich ist die Grenze zwischen Centrale radiale und Radiale. Mehnert ergänzt die Beobachtung Rosenbergs nach zwei Richtungen: erstens findet er, dass das Centrale ulnare sich als ein selbständiges Element des Carpus bildet, zweitens schildert er ausführlich die zeitliche Reihenfolge der Anlage der einzelnen Skelettelemente der Extremitäten. Laut seinen Angaben legen sich die Skelettstücke regelmässig in proximodistaler Richtung in folgender Reihenfolge an: I) Humerus; II) Radius, Ulna; III) konstante Carpalelemente, das Intermedium zuerst; IV) Metacarpus; V) Phalangen der ersten Reihe; VI) Phalangen der zweiten Reihe; VII) Phalangen der dritten Reihe. Eine gewisse Verzögerung in ihrer Entwickelung erfahren: das Radiale externum, Ulnare externum, Centrale ulnare, Centrale distale. Ausserdem hebt Mehnert die Tatsache hervor, dass die sogenannten „langen Knochen" der Extremitäten sich ursprünglich als sehr kurze Knorpel anlegen.

Auf die morphologische Bedeutung der einzelnen Elemente des Carpus von Emys geht Mehnert nur wenig ein und bestätigt im Allgemeinen die Angaben Rosenbergs.

An dieser Stelle werde ich auf die theoretischen Erörterungen Rabl's ('03) über die Zusammensetzung der Extremitäten der Schildkröten nich näher eingehen, da ich dieselben in einem anderen Kapitel dieser Arbeit bespreche. Was die entwickelungsgeschichtlichen Daten anbelangt, so bestätigt Rabl im Allgemeinen die Beobachtungen seiner Vorgänger; interessant für uns ist, dass er im Gegensatz zu der Schilderung Mehnerts ausdrücklich betont, dass bei den Schildkröten, ganz ebenso wie bei den anderen Reptilien, sich der vierte Finger progressiv entwickele.

Die hintere Extremität von Emys wurde weniger eingehend untersucht als die vordere; nach den Angaben Mehnerts besteht der embryonale Tarsus von Emys aus folgenden diskreten Skelettelementen: Intermedio-tibiale (Astragalus), Fibulare, Centrale 1, Centrale 2, Tarsalia distalia 1, 2, 3, 4, 5; im Laufe der Entwickelung verwächst der Astragalus mit den beiden Centralia tarsi und dem Fibulare zur Bildung des Tarsale proximale und Tarsale distale 5 vereinigt sich mit dem Metatarsale V. Die Reihenfolge der Entwicke-

lung der einzelnen Skelettelemente ist im Allgemeinen dieselbe wie in der vorderen Extremität (eine verzögerte Entwickelun wird bei den Centralia tarsi, bisweilen an der Fibula und am fünften Zehenstrahl beobachtet). Vom morphologischen Standpunkt sind die Angaben Mehnerts, dass bei Emys zwei Centralia tarsi und (was bei keinem lebenden Reptil bekannt ist) ein Tarsale distale 5 vorkommt, interessant.

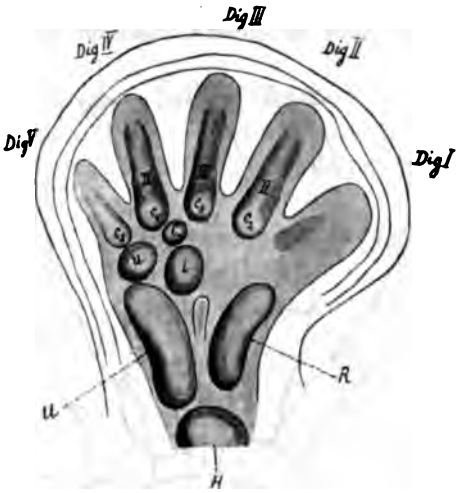


Fig. 10. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der vorderen Extremität eines jungen Embryo von Emys lutaria; Bezeichungen wie auf den Tafeln.

Ich habe die Entwickelung der Extremitäten von Emys lutaria einer Nachuntersuchung unterworfen und, da meine Beobachtungen im Allgemeinen die Resultate meiner Vorgänger bestätigen, werde ich sie ganz kurz schildern. Die Rekonstruktionen Fig. 10, 11 im Text werden die kurze Beschreibung ergänzen.

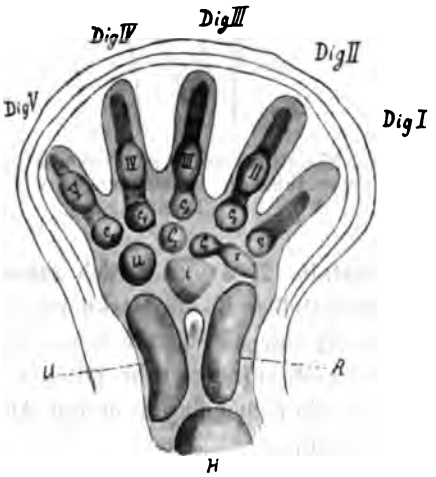


Fig. 11. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der vorderen Extremität eines etwas älteren Embryos von Emys lutaria; Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

Rekonstruktion Fig. 10 stellt ein frühes Entwickelungsstadium der vorderen Extremität von Emys dar. Man sieht, dass Ulna und Radius (U, R) in diesem Stadium durch zwei kurze, etwas gekrümmte Knorpel, welche eine divergente Lage (wie bei Ascalabotes und Seps) einnehmen, repraesentiert werden. Dem Ende der Ulna gegenüber liegt das wohl differenzierte Ulnare (u), radialwärts von

demselben sehen wir das Intermedium (i) (proximal) und Centrale und das Centrale ulnare oder 2 (C_2) (distal); alle diese drei Elemente sind in diesem Stadium noch vorknorpelig, das Ulnare besteht jedoch aus älterem Vorknorpelgewebe als die zwei übrigen Skelettstücke. Ulnare und Intermedium haben eine rundlich-ovale Form, das Centrale 2 ist kugelrund.

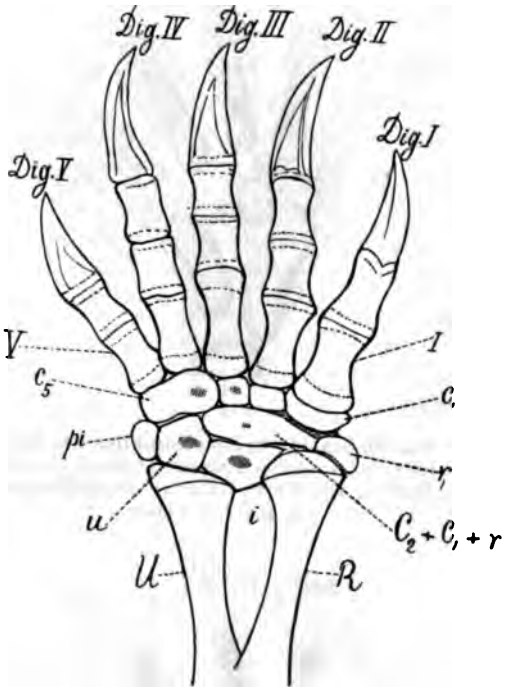


Fig. 12. Skelett der vorderen Extremität einer jungen Emys lutaria; Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

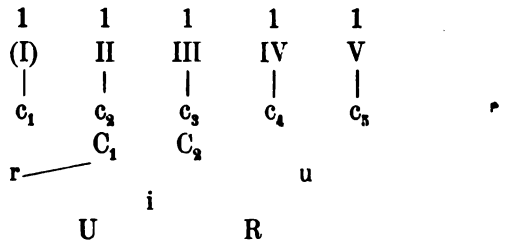
Was die Entwickelung der Carpalia distalia anbetrifft, so finde ich bei Emys genau denselben Entwickelungsmodus, den ich bei Ascalabotes konstatieren konnte, d. h. *die Carpalia distalia sind proximale Abgliederungsprodukte der ursprünglich einheitlichen vorknorpeligen Fingerstrahlen.* Auf der Rekonstruktion Fig. 11 sehen wir, dass die Carpalia distalia 2, 3 und 4 sich schon ausgebildet haben, aber distal noch unmittelbar in die Vorknorpelsäulen der entsprechenden Finger übergehen; Carpale distale 5 (c_5) beginnt eben sich zu differenzieren und der erste Fingerstrahl ist nur kaum angedeutet. Die Carpalia distalia haben bei ihren ersten Anlage (wie bei Ascalabotes) eine runde Form.

Aus diesem Stadium lassen sich einige wichtige Schlüsse ziehen: erstens finden wir, dass die Carpalia der ulnaren (postaxialen) Seite der Extremität sich progressiv entwickeln und dass die radiale Seite des Carpus eine retardierte Entwickelung aufweist, so dass wir bei Emys in dieser Hinsicht denselben Entwickelungsgang wie

bei den Autosauriern vorfinden, d. h. dass die Entwickelung der Skelettelemente der Extremität 1. in proximodistaler und 2. in ulnoradialer Richtung vor sich geht. Es scheint aber, dass die proximodistale Entwickelungsrichtung überwiegt, da fast alle Fingerstrahlen in diesem frühen Stadium schon angelegt sind. Rabl berichtet, dass der vierte Finger sich bei den Schildkröten zuerst anlegt: dies geschieht augenscheinlich in früheren Stadien, als diejenigen, die ich untersuchen konnte.

Zweitens finden wir bei Emys einen primären Zusammenhang zwischen Carpalia distalia und Metacarpalia und können also unsere auf Grund der bei der Entwickelung von Ascalabotes gemachten Beobachtungen gezogene Schlussfolgerung, *dass die Carpalia distalia, Metacarpalia und Phalangen eines Fingers Bildungen einer und derselben Ordnung, nämlich Gliederungsprodukte eines primär einheitlichen Fingerstrahles sind, auch auf die Chelonier übertragen.* Dieser Umstand ist insofern von Wichtigkeit, als er beweist, dass wir es hier mit einer Erscheinung von allgemeinem Charakter, welche bei systematisch weit von einander entfernten Gruppen der Reptilien vorkommt, zu tun haben.

Ueber das Stadium der Textfig. 12 habe ich nur Weniges zu sagen. Sein Entwickelungsgrad lässt sich durch die nebenstehende Formel ausdrücken. Bemerkenswert sind folgende Tatsachen:

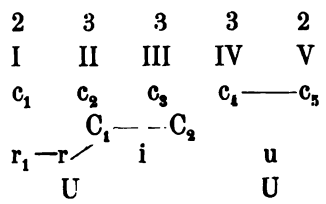


das Intermedium hat eine dreieckige Form angenommen und seine proximale Hälfte liegt zwischen den distalen Enden des Radius und der Ulna (i, R, U, Textfig. 11); es haben sich das Radiale und radiale Centrale ($r + C_1$) angelegt, welche noch aus sehr jungem Vorknorpelgewebe bestehen. Die beiden Elemente werden in diesem sehr frühen Stadium ihrer Entwickelung durch eine geweblich einheitliche Anlage repraesentiert, aber die Tatsache, dass wir hier

wirklich zwei Elemente, ein Centrale und ein Radiale, vor uns haben, lässt sich erstens aus ihrer Lage (Fig. 11) und zweitens daraus erkennen, dass beide Abschnitte der in transversaler Richtung ausgezogenen Anlage durch eine deutliche Einschnürung von einander abgegrenzt sind. Das Bestehen dieser Einschnürung in diesem frühen Entwickelungsstadium beweist, dass wir hier die letzten Reste einer primären Trennung der Elemente vor uns haben. Alle fünf Carpalia distalia sind ausgebildet und sind noch mit den ihnen entsprechenden Metacarpalia verbunden.

Die Metacarpalia sind alle, das Metacarpale I ausgenommen, ausgebildet; dieses (I) ist in Bildung begriffen. Wir können also sagen, dass wir auch in diesem Stadium eine gewisse Verzögerung in der Bildung der Skelettelemente der praeaxialen Seite beobachten. Diese Verzögerung ist aber sehr unbedeutend und es scheint, dass bei Emys (wie bei Seps) in den späteren Entwickelungsstadien die Entwickelung in proximodistaler Richtung (in Querreihen) überwiegt.

In etwas späteren Stadien bilden sich noch zwei Randelemente im Carpus, nämlich das „radiale Radienelement" (Accessorium radiale) der Autoren, welches wir als Radiale externum bezeichnen werden, und das Pisiforme. Das Radiale externum legt sich ganz in derselben Weise wie die übrigen Carpalia als ein selbständiges Element an der radialen Seite des Carpus neben dem Radiale an; das Pisiforme bildet sich ebenso wie bei den anderen Reptilien. Während der embryonalen Entwickelung können wir also im Carpus von Emys 12 Carpalia unterscheiden. Beim erwachsenen Tier vermindert sich diese Zahl, da Verwachsungen zwischen den einzelnen Carpalien eintreten bis auf 7, so dass die Extremität des erwachsenen Tieres sich durch die nebenstehende Formel ausdrücken lässt (Textfig. 12).



Was die Verknöcherung der Elemente des Carpus anbetrifft, so finde ich auch hier wie bei Ascalabotes eine progressive Entwickelung der ulnaren Seite des Basipodiums: Ulnare, Intermedium und

Carpale 4 verknöchern früher als die anderen Carpalia; im radialen Komplex r—C_1—C_2 finde ich nur ein Verknöcherungszentrum.

Die Entwickelung der hinteren Extremität von Emys wird durch die Rekonstruktionen Fig. 13—15 im Text illustriert. Wenn wir diese Figuren betrachten, so finden wir, dass die Entwickelung der hinteren Extremität im Allgemeinen in derselben Weise wie die der vorderen vor sich geht. Wir finden (vergl. Fig. 10, 11 und 13, 14, 15 miteinander) dass 1. die Tarsalia der postaxialen Seite der Extremität sich im Vergleich

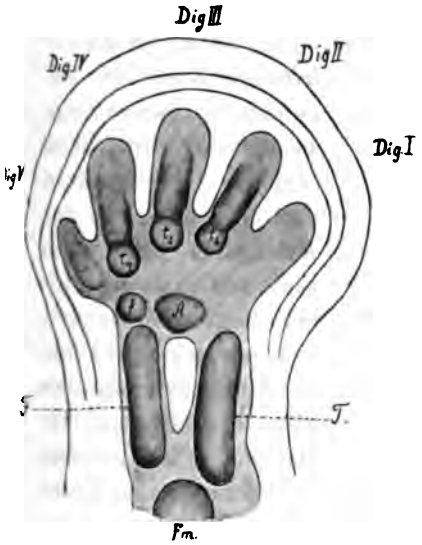


Fig. 13. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extremität eines jungen Embryos von Emys lutaria; Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

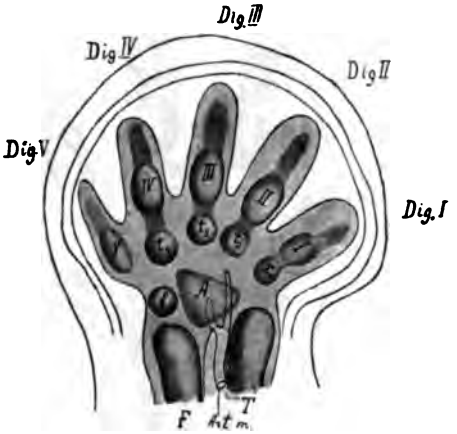


Fig. 14. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extremität eines etwas älteren Embryos von Emys lutaria; Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

zu den Elementen der praeaxialen Seite progressiv entwickeln und, 2. dass die Tarsalia primär mit den Metatarsalia vorknorpelig zusammenhängen, so dass wir sagen können, dass die Schlüsse, welche wir in Bezug auf die vordere Extremität gezogen haben, auch für die hintere Gültigkeit haben.

Bezüglich der morphologischen Zusammensetzung des Skeletts der hinteren Extremität möchte ich nur einige Punkte hervorheben. Ueber das Fibulare habe ich nicht viel zu sagen: dasselbe (f, Fig. 13), legt sich bei Emys als selbstständiges, einheitliches rundes Vorknorpelelement dem distalen Ende der Fibula gegenüber an und seine

Entwickelung verläuft in derselben Weise wie bei Ascalabotes (Fig. 69, 70, 72); auch die Entwickelung der Tarsalia distalia 1—4 ist ohne Weiteres aus den Abbildungen (Fig. 13—15, $t_1 - t_4$) ersichtlich. Ein grösseres Interesse verdient dagegen der Komplex der Elemente an der proximalen praeaxialen Seite des Tarsus (Astragalus und Centralia) und die Frage von dem Vorhandensein des Tarsale distale 5. Erstens ist die Form und Lage des Astragalus interessant: in einem frühen Entwickelungsstadium finde ich denselben als eben gebildetes Vorknorpelzentrum (Fig. 13, A) in *unmittelbaren Nähe des Fibulare* vor: seine Lage in diesem sehr frühen Stadium ist insofern von Interesse, als der Astragalus nicht dem Ende des Tibia gegenüber liegt [1]), sondern ziemlich weit vom Ende der Tibia, zwischen den distalen Enden von Tibia und Fibula. Seine Beziehungen zum Ende des Tibia erlangt der Astragalus von Emys nur in den späteren Entwickelungsstadien (Fig. 14 A, T); auch seine Form in den frühen Entwickelungsstadien zeigt gewisse Eigentümlickkeiten; sowohl die Tarsalia, wie die Carpalia haben bei ihrer ersten Anlagen eine ovale oder rundlich-ovale Gestalt; der Astragalus hat selbst in frühen Stadien eine annähernd dreieckige Form. Was seine Grösse anbetrifft, so ist er selbst in den frühen Stadien grösser als die anderen Tarsalia. Wenn wir die Lage des Astragalus bei seiner Entstehung allein in Betracht ziehen wollten, so müssten wir eigentlich annehmen,

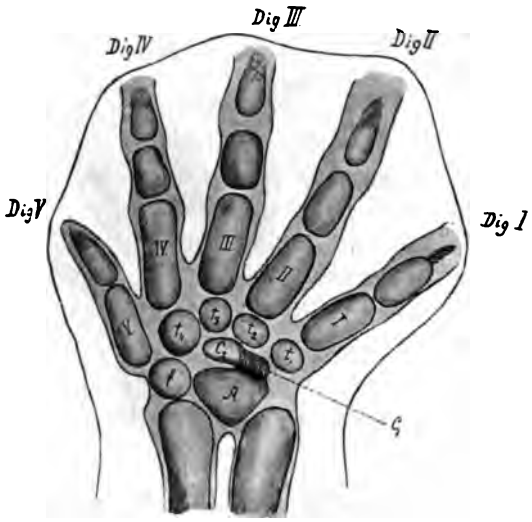


Fig. 15. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extemität eines älteren Embryos von Emys lutaria; Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

[1]) Auch bei Ascalabotes liegt der Astragalus eigentlich median vom distalen Ende der Tibia.

dass wir hier ein Intermedium tarsi vor uns haben. Seine Grösse und seine Form bringen uns den Gedanken nahe, dass wir ein komplexes Element, dessen Bestandteile während der embryonalen Entwickelung nicht mehr zu einer diskreten Anlage kommen, nämlich das Intermedio-tibiale vor uns haben, und man könnte glauben, dass das Intermedium den Hauptbestandteil dieses Komplexes bildete. In jedem Falle scheinen die beschriebenen Merkmale der Entwickelung des Astragalus von Emys eher auf die komplexe Natur dieses Elements zu deuten, als z. B. die Entwickelung desselben bei Ascalabotes und bei anderen Autosauriern, d. h. darauf, dass im Astragalus nicht nur ein Tibiale, sondern auch ein Intermedium tarsi enthalten sei [1]).

Einige Bemerkungen muss ich noch über die Anlage der Centralia von Emys hinzufügen. Mehnert ('98) meint, dass sich bei diesem Tier zwei Centralia diskret anlegen. In dem Stadium Fig. 16 im Text. finde ich, dass die in Verknorpelung begriffene Anlage des Astragalus sich unmittelbar in eine transversal gestellte längliche Anlage ($C_1 + C_2$), welche aus noch sehr jungem Vorknorpelgewebe besteht, fortsetzt. An der tibialen Seite geht diese Anlage $C_1 + C_2$ ohne deutliche Grenze in den Astragalus (A) über und ist von demselben nur durch ihre Form und das Alter des Skelettgewebes zu unterscheiden; das fibulare Ende von $C_1 + C_2$ ist dagegen vollkommen frei. Der Form der Anlage $C_1 + C_2$ nach kann man schliessen, dass in ihr zwei Elemente, nämlich die zwei Centralia tarsi enthalten seien (ebenso wie wir die Existenz zweier Elemente, des Centrale und des Radiale im Komplex $r + C_1$ der vorderen Extremität nachgewiesen haben). Ich muss also mit Bestimmtheit sagen, dass ich bei Emys in den frühen Entwickelungsstadien auf keiner von meinen Serien die Anlage zweier freier Centralia tarsi finden kann, und muss daraus schliessen, dass die beiden Centralia sich im Zusammenhang miteinander anlegen. Ob sie von Anfang an mit dem Astragalus verbunden sind (wie das Centrale bei Ascalabotes) oder sich unabhängig von diesem anlegen, kann ich nicht mit voller

---

[1]) Man könnte ja denken, dass der Astragalus der Reptilien nur einem Tibiale entspricht und dass das Intermedium sich einfach völlig reduziert habe: einige Autoren bezeichnen ja dieses Element nicht als Astragalus, sondern einfach als „Tibiale“ (Osborn, '03).

Bestimmtheit angeben: dem histologischen Verhalten des Skelettgewebes in den frühesten Stadien, welche ich beobachtete, nach könnte ich mich eher der ersteren Ansicht zuneigen. Jedenfalls scheint der Teil C_2 der Anlage der beiden Centralia einen grösseren Grad von Selbstständikeit als der Teil C_1 beibehalten zu haben. In den späteren Entwickelungsstadien verwachsen die beiden Centralia und der Astragalus zu einem einheitlichen Element, und in noch späteren Stadien verschmilzt dieser Komplex mit dem Fibulare und bildet mit ihm zusammen das Tarsale proximale von Emys.

Mehnert meint, bei Emys ein selbständiges Tarsale distale 5 gefunden zu haben, welches später mit dem Metatarsale V verwächst. Da das Tarsale distale 5 bei keinem lebenden Reptil, weder im erwachsenen Zustand, noch in der Embryonalentwickelung aufgefunden wurde, so würde die Entdeckung Mehnerts in dem Falle, wenn sie sich bestätigen sollte, von grosser Bedeutung sein und auf einen sehr niedrigen Zustand des Tarsus von Emys hinweisen. Leider muss ich aber diese Beobachtung entschieden in Abrede stellen.

Ich habe an sehr gut konserviertem Material die betreffenden Entwickelungsstadien der hinteren Extremität von Emys äusserst eingehend untersucht und konnte weder ein selbständiges Tarsale distale 5, noch Spuren seiner Verwachsung mit dem Metatarsale V entdecken. Dass ich diesen Prozess übersehen habe, erscheint für mich völlig ausgeschlossen. Mir scheint, dass Mehnert, da er auf die morphologischen Verhältnisse in dieser Arbeit nur wenig eingegangen ist und ihnen keine besondere Beachtung schenkte, hier einen Beobachtungsfehler gemacht hat und auf seinen Praeparaten die tibiale Seite der Extremität mit der fibularen verwechselt und demnach irrtümlich die erste Zehe für die fünfte gehalten hat, so dass seine Beobachtung über die Anwesenheit eines selbstständigen Tarsale 5 sich eigentlich auf das Tarsale distale 1 bezieht. In den späteren Stadien, wo er die Extremität richtig orientierte, fand er selbstverständlich dieses Element nicht wieder und schloss daraus, dass es mit dem Metatarsale V verwachsen sei. Anders kann ich die Beobachtung Mehnerts, dessen Arbeit in ihren übrigen Teilen unsere vollstandige Anerkennung verdient, nicht erklären.

Hiermit kann ich die Schilderung meiner Beobachtungen über

die Entwickelung der Extremitäten von Emys abschliessen. Wir finden also, dass die hintere Extremität im embryonalen Zustand 8 Tarsalia enthält; infolge der Verwachsung der einzelnen Tarsalia untereinander weist die Extremität des erwachsenen Tieres eine kleinere Anzahl derselben, nämlich nur fünf auf. Die Zusammensetzung des Tarsus beim Embryo und beim Erwachsenen lässt sich demnach durch folgende Formeln ausdrücken:

Emys (Embryo).					Emys (erwachsen).				
					2	3	3	3	2
I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
t_1	t_2	t_3	t_4		t_1	t_2	t_3	t_4	
	C_1—C_2								
	A	f				tr.	pr.		
T		F				T	F		

Résumé der Beobachtungen über die Entwickelung des Extremitätenskeletts von Ascalabotes fascicularis, Seps chalcides und Emys lutaria.

1. Die erste Anlage des Skeletts der vorderen Extremität von Ascalabotes tritt in Form eines kurzen und dicken Mesenchymstabes, der die Anlage des Stylopodiums darstellt, auf. Diese Skelettanlage liegt in der freien Extremität zwischen der dorsalen und der ventralen und lateral von der medianen Muskelanlage; der Skelettstab liegt in der frontalen Ebene des Körpers und seine Axe bildet einen spitzen Winkel mit der Chordaaxe; die Art. brachialis durchkreuzt seine Axe.

2. Etwas später wächst bei Ascalabotes diese Skelettanlage proximal in die Rumpfregion ein, wo sich in unmittelbarem Zusammenhang mit ihr die erste Anlage des Schultergürtels, nämlich der Coracoidabschnitt desselben, bildet; etwas später bildet sich der Scapulaabschnitt des Schultergürtels. Am distalen Ende des Stylopodiums entwickeln sich zwei kurze und dicke Auswüchse, so dass das distale Ende der Skelettanlage der freien Extremität eine gabelförmige Gestalt erhält. Die hintere Zinke der Gabel (postaxialer Auswuchs) stellt die Anlage der Ulna + Ulnarteil des Autopodiums

dar; wir sehen an demselben die Anlagen des 3-ten, 4-ten und 5-ten Fingers. Die vordere Zinke der Gabel (praeaxialer Auswuchs) stellt den Radius und den radialen Abschnitt des Autopodiums vor; distal sind diese beiden Abschnitte nicht mit einander verbunden. Die Axe der Skelettanlage der freien Extremität geht durch das Stylopodium und den postaxialen Teil des Zeugo- und Autopodiums; der praeaxiale (radiale) Teil des Zeugopodiums bildet einen fast geraden Winkel mit dieser Axe, die Extremitätennerven und die Art. brachialis kreutzen die Axe. In diesen Stadien sind sämmtliche Anlagen des Extremitätenskeletts noch mesenchymatös und bilden ein zusammenhängendes Continuum.

3. Die distalen Ende des Radius und des Ulnarabschnittes des Autopodiums verwachsen bei Ascalabotes miteinander und bilden die gemeinsame Skelettplatte des Basipodiums, aus welcher distal die Finger hervorragen.

4. Bei Ascalabotes, Seps und Emys bilden sich die Skelettanlagen der Fingerstrahlen im inneren der schaufelförmigen Platte des Autopodiums und wachsen nur verhältnissmässig spät über ihre Ränder (als freie Finger resp. Zehen) hinaus.

5. Bei Ascalabotes und Seps entwickelt sich der postaxiale Teil sowohl in der vorderen, als in der hinteren Extremität progressiv (4-ter und 5-ter Finger- resp. Zehenstrahl und das ulnare resp. fibulare Elemente des Carpus und Tarsus), so dass die Entwickelung in 1) proximodistaler und 2) ulno-radialer (fibulo-tibialer) Richtung vor sich geht. Bei Emys finden wir dieselben Entwickelungsrichtungen der Skelettelemente der freien Extremitäten vor, doch ist die Entwickelung in ulno-radialer (fibulo-tibialer) Richtung schwächer ausgeprägt, so dass die Entwickelung in proximodistaler Richtung überwiegt.

6. Bei Ascalabotes und bei Emys bilden sich die Carpalia und Tarsalia distalia, Metacarpalia (Metatarsalia) und Phalangen in der Weise, dass ein jeder ursprünglich einheitliche vorknorpelige Finger- resp. Zehenstrahl sich in proximodistaler Richtung in Abschnitte gliedert: proximal geht aus demselben das Carpale (Tarsale) distale, dann das Metacarpale (Metatarsale), dann die Phalangen (1, 2, 3....) des betreffenden Finger- resp. Zehenstrahles hervor. Alle diese Skelettelemente sind demnach Bildungen gleicher Ordnung, Glieder eines ursprünglich einheitlichen Strahles des Autopodiums.

7. Die Elemente des proximalen Abschnittes des Basipodiums (Carpalia und Tarsalia proximalia) entstehen dagegen bei den in Rede stehenden Reptilien als vollkommen selbständige Skelettstücke.

8. In der freien vorderen Extremität von Ascalabotes legen sich folgende Skelettstücke an: Humerus, Radius, Ulna, Radiale, Ulnare + Intermedium, Pisiforme, Centrale, Carpalia distalia 1—5, Metacarpalia I—V, und Phalangen (nach der Formel 3 3 4 5 3).

9. Die freie vordere Extremität von Seps besteht aus folgenden Skelettelementen: Humerus, Radius, Ulna, Radiale, Ulnare, Centrale, Pisiforme, Carpalia distalia 3, 4 (Carpale dist. 2 individuell) Metacarpalia II, III, IV, V; Phalangenformel: 0 2 3 3 0.

10. In der vorderen Extremität von Emys finden wir während der embryonalen Entwickelung folgende Skelettstücke: Humerus, Radius, Ulna, Radiale externum, Radiale, Intermedium, Ulnare, Pisiforme, Centrale 1 (radiale), Centrale 2 (ulnare), Carpalia distalia 1—5, Metacarpalia I—V; Phalangeformel: 2 3 3 3 2. Beim erwachsenen Tier verwachsen Radiale externum, Radiale, Centralia 1 und 2 miteinander ($r_1 + r + C_1 + C_2$); ebenso verwachsen auch die Carpalia distalia 4 und 5.

11. Im Tarsus von Ascalabotes finden wir während der embryonalen Entwickelung folgende Skelettstücke: Astragalus + Centrale, Fibulare, Meniscus, Tarsalia distalia 1 — 4. Beim erwachsenen verschmelzen: Astragalus + Centrale mit dem Fibulare (Tarsale proximale), Tarsalia distalia 1 und 2 mit den Metatarsalia I und II, so dass der Tarsus des erwachsenen Tieres nur vier selbständige Elemente (Tarsale proximale, Meniscus, Tarsalia distalia 3 und 4) aufweist. Die Phalangenformel des erwachsenen Ascalabotes ist für die hintere Extremität 3 3 4 5 4.

12. Im Tarsus von Emys legen sich embryonal folgende Elemente an: Astragalus + Centrale 1, Centrale 2, Fibulare, Tarsalia distalia 1 — 4. Beim Erwachsenen verwachsen Astragalus, Centralia 1 und 2 und Fibulare zur Bildung des Tarsale proximale.

13. Die hintere Extremität von Seps setzt sich aus folgenden Skelettstücken zusammen: Femur, Tibia, Fibula, Astragalus, Fibulare, Tarsalia distalia 3 und 4, Metatarsalia II, III, IV, V; die Phalangenformel ist 0 2 3 3 0. Beim Erwachsenen verschmelzen Astragalus und Fibulare zur Bildung des Tarsale proximale.

14. Die vordere und hintere Extremitäten der untersuchten Rep-

tilien sind im embryonalen Zustande einander viel ähnlicher, als im erwachsenen.

15. Die beiden Extremitäten sind im embryonalen Zustand nach ein und demselben Typus gebaut, aber die hintere Extremität hat sich von diesem allgemeinen Typus weiter entfernt als die vordere: in ersterer sind mehrere Skelettelemente, welche in der vorderen Extremität (wenn auch in reduzierter Form) vorhanden sind, z. B. das Intermedium, das zweite Centrale, vollständig reduziert.

16. Die vordere Extremität der erwachsenen Reptilien hat einen primitiveren Bau als die hintere, da sie aus einer grösseren Anzahl von Elementen besteht und da die vordere Extremität des Erwachsenen in Bezug auf den embryonalen Bau weniger verändert erscheint als die hintere (in der zahlreiche Verwachsungsprozesse eintreten).

17. In beiden Extremitäten sind bei den Embryonen die Grössenverhältnisse der Skelettelemente zu einander (Ascalabotes, Seps, Emys) andere als beim erwachsenen Tier: die Grössenunterschiede der einzelnen Skelettstücke des Stylo-, Zeugo- und Autopodiums sind viel geringer als beim Erwachsenen, und die Elemente des Stylo- und Zeugopodiums werden durch kurze und dicke Knorpel repraesentiert; von diesem Zustand ausgehend geht die Entwickelung in der Richtung des progressiven Wachstums der Elemente des Stylo-, Zeugo- und Metapodiums vor sich, wodurch die charakteristischen „langen Knochen“ der pentadactylen Extremität gebildet werden; die Elemente des Basipodiums erfahren dagegen eine Retardation in der Entwickelung.

18. Bei den untersuchten Reptilien geht die Verknöcherung der Röhrenknochen in proximodistaler Richtung in Querreihen vor sich mit einer kleinen Verspätung der Elemente der Randstrahlen des Autopodiums; eine progressive Entwickelung der Elemente der postaxialen Seite, welche für die frühen Entwickelungsstadien charakteristisch ist, bemerken wir dabei nicht. Das Basipodium wird in diesem Verknöcherungsprozess so zu sagen übersprungen und verknöchert bedeutend später: hier verknöchern die postaxialen Skelettstücke etwas später als die praeaxialen.

VII.

Die Entwickelung des Extremitätenskeletts der Urodela (Siredon, Triton).

In den Angaben der Forscher, die die Entwickelung des Extremitätenskeletts der Urodela untersucht haben, sind manche Meinungsverschiedenheiten in Bezug auf die beobachteten Tatsachen vorhanden. Darum habe ich, um die Resultate der früheren Untersuchungen wenn möglich zu ergänzen und auf Grund persönlicher Beobachtungen zu der Frage von der Entwickelung der Urodelenextremitäten, welche, wie bekannt, für das Chiridiumproblem eine grosse Bedeutung besitzen, Stellung zu nehmen, die Extremitäten von Siredon und Triton nachuntersucht. Von mir wurde die Entwickelung beider Extremitätenpaare untersucht, doch habe ich der hinteren Extremität, die von meinen Vorgängern weniger als die vordere berücksichtigt wurde, eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Bei der Beschreibung der Resultate meiner Beobachtungen beginne ich mit der hinteren Extremität von Triton von einem Stadium, welches zwischen den von Rabl auf seinen Fig. 1 und 2 (Taf. XXII '01) dargestellten steht. Die Ausbildung der freien Finger nimmt in diesem Stadium nur eben ihren Anfang und ist äusserlich nur durch eine leichte Furche am distalen Ende des Extremitätenstummels angedeutet. Ein Flächenschnitt durch die hintere Extremität ist auf Fig. 83, Taf. VI, abgebildet: wir sehen, dass nur der Femur in diesem Stadium vorknorpelig ist; alle distal von ihm liegenden Elemente der Extremität werden nur durch dichtes Mesenchymgewebe repraesentiert. In Bezug auf seine Fig. 2 bemerkt Rabl, dass in diesem Stadium im Humerus die Zellen zwar plattgedrückt, aber noch durch keine Zwischensubstanz von einander getrennt sind. Auf der Fig. 83 sieht man diese Zwischensubstanz, das uns schon wohlbekannte Maschenwerk des jungen Vorknorpelgewebes, ganz deutlich, obgleich in Bezug auf die Entwickelung der freien Zehenanlagen dieses Stadium jünger als das von Rabl abgebildete ist. Diese vorknorpelige Anlage des Femur ist von derjenigen des Beckengürtels getrennt. Die beiden Mesenchymsäulen, die die Elemente des Zeugopodiums vorstellen (T, F) sind durch dichtes Mesenchymgewebe an der Basis der Fin-

ger miteinander vereinigt: diese Mesenchymplatte stellt die noch undifferenzierte Anlage des künftigen Basipodiums dar (Bp). Interessant ist es, dass in diesem noch sehr frühen Stadium die praeaxiale Seite der Extremität sich von der postaxialen unterscheidet: auf der postaxialen Seite bemerken wir eine Erhebung (*), welche auf der postaxialen Seite fehlt. Diese Erhebung wird von dichtem Mesenchym angefüllt (Pa. z) und stellt die noch undifferenzierte Anlage der postaxialen Zehen und der entsprechenden Elemente des Tarsus dar.

Auch auf Fig. 2 (Taf. XXII) Rabls (welche sich auf die vordere Extremität bezieht) macht sich auf der ulnaren Seite eine Erhöhung, in welcher dichtes Mesenchymgewebe angehäuft ist, bemerkbar (u). Dies scheint die noch undifferenzierte Anlage des dritten Fingers, welcher schon in diesem frühen Stadium auftritt, zu sein. In Voraus muss ich bemerken, dass die Entwickelung der Skelettelemente in der vorderen Extremität im allgemeinen mehr abgekürzt erscheint als die der hinteren. Stadien, welche in der hinteren Extremität ganz deutlich ausgeprägt erscheinen, sind in der vorderen Extremität gar nicht oder nur sehr kurze Zeit vorhanden.

Die Abbildung Fig. 84 stellt ein etwas späteres Stadium dar, in welchem die erste Anlage des Basale commune oder, nach meiner Nomenklatur, des Tarsale commune sichtbar ist. Hier ist die Bildung des Prochondralgewebes viel weiter vorgeschritten als in dem soeben beschriebenen Stadium: in der Tibia ist das Vorknorpelgewebe etwas älter als in der Fibula, was darauf hinweist, dass im Zeugopodium, ebenso wie im Autopodium, bei den Urodelen die praeaxiale Seite der Extremität sich im Vergleich zu der postaxialen progressiv entwickelt [1]). Das einzige vorknorpelige

[1]) Wenn ich meine Präparate mit den Abbildungen Rabls ('01) und Zwicks (1897) vergleiche, so finde ich auf ihren Figuren das Vorknorpelgewebe etwas anders abgebildet, als es auf meinen Präparaten erscheint: sie zeichnen nämlich nicht die maschen- oder netzartige Struktur des Vorknorpels, welche für das Prochondralgewebe äusserst charakteristisch erscheint; Rabl zeichnet auf seinen Figuren 2—5 die als Vorknorpel bezeichneten Element (z. B. r, u, Fig. 4) als hellere Zonen, in denen die Kerne quergestellt sind: solche Bilder finden wir auf denjenigen meiner Präparate, wo eine diffuse Färbung der Zwischensubstanz des Vorknorpelgewebes vorhanden ist. Wo ich die Färbung als gelungen betrachten kann (wie auf den Fig. 84, 85, 86, welche die genaue Wiedergabe der nach meinen Präparaten gemachten Mikrophotographien vorstellen) ist dieses manchmal sehr feine

Element im Tarsus ist das Tarsale commune (Basale commune, Rabl, Tarsale 2 Autorum). Seine Lage und Form ist, wie mir scheint, sehr interessant: es liegt nämlich an der Basis der zweiten Zehe genau in der Fortsetzung der Axe der letzteren in einer ziemlichen Entfernung von der Basis der ersten Zehe; wenn wir die Axe der ersten Zehe uns proximal verlängert vorstellen, so geht sie am Tarsale commune vorbei (auf der Fig. 84, 85 links vom t. c.), so dass der Lage nach *dieses Tarsale in näherer Beziehung zu der zweiten als zu der ersten Zehe zu stehen scheint.* Eine Verbindung zwischen demselben und den Metatarsalia kann ich in den frühen Entwickelungsstadien nicht nachweisen: eine solche entsteht erst später. Betrachten wir nun dieses Tarsale commune etwas genauer: sein distaler Abschnitt (t. c. Fig. 84) ist auf dem Flächenschnitt abgerundet und besteht aus etwas älterem Vorknorpelgewebe als der proximale Abschnitt (C Fig. 85); man kann deutlich erkennen, dass der Verknorpelungsprozess (eigentlich die Bildung des Vorknorpels) von dem Centrum t. c. ausgehend sich proximalwärts in der Richtung zwischen Tibia und Fibula fortsetzt; wie der Vergleich mit späteren Stadien zeigt, ist C (Fig. 85, 86) die erste Anlage des Centrale; wir kommen also zu dem wichtigen Schlusse, *dass das Centrale des Tarsus von Triton sich von Anfang an im Zusammenhang mit dem Tarsale commune anlegt und dessen proximale Fortsetzung bildet.* Was die Ausbildung der Zehen anbetrifft, so sind in diesem Stadium die erste und zweite Zehe schon vorknorpelig, die dritte und vierte jedoch noch mesenchymatös; von einer Gliederung der vorknorpeligen Zehen in Metatarsalia und Phalangen ist noch nichts zu sehen.

Im Basipodium-Abschnitt sind ausser dem Tarsale commune + Centrale keine anderen vorknorpeligen Tarsalia zu sehen, und derselbe stellt zur Zeit noch eine einheitliche Mesenchymmasse dar; median von der Fibula sehen wir dieses Mesenchym von der Arteria mesopodii perforans durchbohrt; lateral von der Art. mesop. sieht man die Mesenchymanhäufung, welche die erste Anlage der künftigen Tarsalia der postaxialen Seite der Extremität vorstellt. Der Vergleich mit der Fig. 83 zeigt, dass diese Mesenchymanhäufung, wel-

---

Maschenwerk, welches das erste Auftreten des Vorknorpels charakterisiert, sehr deutlich: meine Präparate gleichen in dieser Beziehung den Abbildungen von Strasser ('79) (Tritonen) und Schaffer ('01, Ammocoetes).

che die unmittelbare Fortsetzung der Fibula ist, auch in dem viel früheren Stadium Fig. 83 besteht, also keine Neubildung ist.

Die Rekonstruktion Fig. 16 im Text und der Schnitt Fig. 85 stellen etwas spätere Entwickelungsstadien der hinteren Extremität dar, welche sich sehr nahe an das soeben beschriebene Stadium anschliessen. Auf Rekonstruktion Fig. 16 sehen wir, dass Tibia und Fibula etwas besser ausgebildet sind als im vorigen Stadium; wir sehen, dass von der Tibia eine aus jungem Prochondralgewebe bestehende Säule in die Autopodiumregion einzuwachsen anfängt: dieselbe stellt die Anlage der Tarsalia der praeaxialen Seite der Extremität dar, welche sich in unmittelbarem Zusammenhang

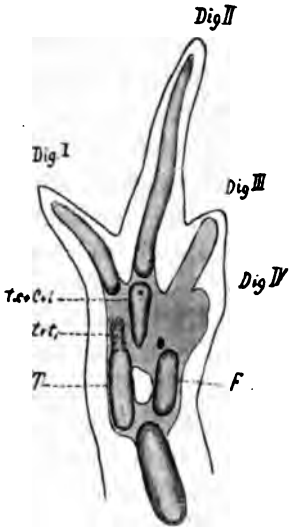


Fig. 16. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extremität eines Embryos von Triton cristatus; Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

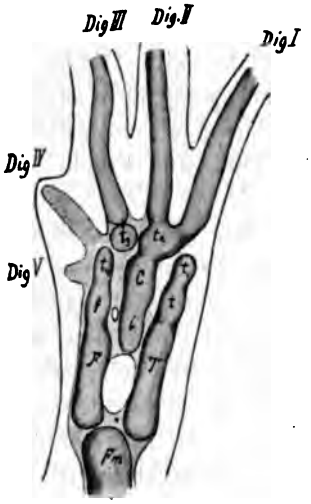


Fig. 17. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extremität eines Embryos von Triton cristatus (etwas älteres Stadium); Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

mit dem Tibiastrahl als seine distale Fortsetzung ausbilden. Die Bildung der Tarsalia der praeaxialen Seite erfolgt also in proximodistaler Richtung. Im vorigen Stadium sahen wir, dass die Bildung des Tarsale commune + Centrale in entgegengesetzter, also in disto-proximaler Richtung, vor sich geht. In diesem Stadium finden wir die Entwickelung dieser Reihe der Tarsalia weiter vorgeschritten: wir sehen

ein längliches Vorknorpelstück, welches bis zu den distalen Enden der Tibia und Fibula reicht; lateral von ihm liegt das For. mesopodii perforans. Dieses Element (t. c. + C + i) stellt die gemeinsame Anlage des Tarsale commune + Centrale + Intermedium dar; auf der Fig. 85 sieht man dieses Element der Länge nach durchschnitten (t, c + C + i): man sieht ganz deutlich, dass wir hier eine einheitliche Anlage vor uns haben; der distale Theil derselben (t. c.) ist rundlich und besteht aus älterem Vorknorpel, der proximale (i) hat sich eben angelegt. Wir sehen also, dass diese drei Elemente des Tarsus sich als ein einheitliches Stück, so zu sagen, als ein Längsstrahl anlegen; ihre Trennung in einzelne Elemente findet erst später statt. Mit den übrigen Elementen des Tarsus (Tarsalien der fibularen und der tibialen Reihe) ist dieses Element anfänglich nicht verbunden. Interessant sind die Lagebeziehungen von t. c.—C—i zu dem zweiten Zehenstrahl: geweblich sind diese Elemente nicht verbunden (Rekonstruktion Fig. 16 im Text), aber der Lage nach bildet der zweite Zehenstrahl die Fortsetzung der Anlage t. c. + C + i; die Basis der ersten Zehe dagegen liegt abseits von dieser Anlage und ihre Axe geht, wenn wir uns dieselbe verlängert denken, an ihr vorbei. Die Ausbildung der Zehen ist ohne weiteres aus der Fig. 16 ersichtlich.

Die Rekonstruktion Fig. 17 und der Flächenschnitt Fig. 86 beziehen sich auf spätere Entwickelungsstadien, wo drei Zehen vorknorpelig sind und auch die fünfte Zehe schon angelegt ist; die Rekonstruktion stellt ein etwas späteres Stadium als der Schnitt Fig. 86 dar. Betrachten wir zuerst die Fig. 86: Tibia und Fibula sind genau der Länge nach durchschnitten und erscheinen in Form kurzer, aus jungem Knorpel bestehender Säulen. Die Knorpelstange der Tibia setzt sich unmittelbar in die Basipodiumregion weiter fort und erreicht die hintere Grenze des Tarsale commune. Derjenige Abschnitt dieser einheitlichen Knorpel- resp. Vorknorpelsäule, welcher in der Autopodiumregion liegt, besteht aus Vorknorpelgewebe, das sich von dem älteren Gewebe des Tibia unterscheidet: dieser Abschnitt stellt die Anlage der Tarsalia der tibialen Seite der Tritonextremität, d. h. des Tibiale (t) und des Tarsale 1 (t_1) Autorum dar. Mit den Nachbarelementen des Tarsus d. h. mit dem Tarsale commune (t. c.), Centrale (C) und Intermedium (i) ist es in diesem Stadium, wie aus der Fig. 86 ersichtlich, vorknorpelig

nicht verbunden. Eine solche Verbindung erfolgt erst später und ist als eine sekundäre Erscheinung anzusehen. Was den Gang des Verknorpelungsprozesses anbetrifft, so geht er in proximodistaler Richtung vor sich, so dass der Abschnitt der Knorpelsäule $T+t+t_1$, welcher die Tarsalia vorstellt $(t+t_1)$, als unmittelbare Fortsetzung der Tibia verknorpelt.

Die gemeinsame Anlage des Tarsale commune, Centrale und Intermedium beginnt in diesem Stadium sich in einzelne Elemente zu differenzieren, obgleich die Sonderung noch nicht ihren Abschluss erreicht hat. Das Tarsale commune ist jetzt mit den zwei ersten Zehen durch Vorknorpelstreifen verbunden; mit dem Centrale ist es noch vorknorpelig verbunden, aber die künftige Grenze zwischen beiden Elementen ist schon deutlich sichtbar: sie ist durch eine Einschnürung angedeutet. In der Region dieser Einschnürung sind die Vorknorpelzellen abgeplattet, im Tarsale commune und im Centrale haben sie dagegen eine rundliche oder polygonale Form. Interessant ist es das Tarsale commune in diesem Stadium mit demselben Element der vorigen Stadiums zu vergleichen (Fig. 85, tc): in diesem Stadium lag das Tarsale commune der Basis der zweiten Zehe gegenüber: jetzt liegt es (Fig. 86) an der Basis der zwei ersten Zehen und ist bedeutend gewachsen. Wie ein Blick auf Fig. 86 lehrt, ist diese Vergrösserung dadurch zustande gekommen, dass sich an der tibialen Seite des Tarsale commune ein Auswuchs (x) gebildet hat, mit welchem sich das Metatarsale der ersten Zehe verbindet. Der Anordnung der Zellen nach kann man zwischen dieser Neubildung und dem früheren Tarsale commune eine Grenze ziehen. Zu der Bedeutung dieser Neubildung (x) werden wir später noch zurückkommen.

Eine Trennung zwischen dem Centrale und dem Intermedium ist in diesem Stadium noch nicht bemerkbar. Interessant ist die Lage des Intermedium tarsi: mit seinem proximalen Ende liegt es zwischen den distalen Enden der Tibia und Fibula, was, wie aus der Litteratur ersichtlich, für die Beurteilung seiner phylogenetischen Bedeutung wichtig erscheint. Mit den Nachbarelementen des Tarsus (ausser der Verbindung mit den Basen der ersten und zweiten Zehe) ist der Komplex des Tarsale commune + Centrale + Intermedium nicht vorknorpelig verbunden.

Neben dem Tarsale commune sehen wir das kleine Tarsale di-

stale 3 (Fig. 86 t_3), welches als ein rundliches, vollkommen selbständiges Vorknorpelzentrum erscheint.

Ein grosses Interesse bietet die gemeinsame Anlage der Tarsalia der fibularen Seite, die eben anfängt sich auszubilden. Die Fibula ist deutlich vorknorpelig, und man sieht, wie das *wohl ausgebildete ältere Gewebe des distalen Endes der Fibula sich ohne jegliche Unterbrechung in die aus sehr jungem Vorknorpel bestehende Skelettsäule im Tarsus, welche die Anlage des Fibulare und des Tarsale distale 4 vorstellt, fortsetzt.* Diese Anlage der Tarsalia der fibularen Seite liegt der Anlage C + i parallel und ist von ihr durch das Foramen mesopodii getrennt. Es besteht in diesem Stadium, in dem die Anlage der Tarsalia der fibularen Seite (f + t_4) zwar eben im Entstehen begriffen, aber schon ganz deutlich unterscheidbar ist, keinerlei Verbindung zwischen derselben (f + t_4) und dem Tarsale commune + Centrale + Intermedium, so dass wir keinerlei Grund haben anzunehmen, dass sich diese Tarsalia fibularia (f + t_4) auf Kosten des Komplexes des Centrale + Intermedium durch Teilung oder Abschnürung, wie Rabl annimmt, gebildet haben. Dagegen können wir mit Bestimmtheit sagen, dass diese Elemente (f — t_4) sich in unmittelbarem Zusammenhange mit der Fibula, als Fortsetzung derselben, anlegen: wir können sagen, dass ihrer Entwickelung nach Fibulare und Tarsale distale 4 (an der postaxialen Seite) ebenso wie Tibia, Tibiale und Tarsale distale 1 Autorum an der praeaxialen Seite der Extremität *Teilungsprodukte ursprünglich einheitlicher Skelettstrahlen sind.* Dieser Satz ist keine Hypothese, sondern das unmittelbare Resultat der ontogenetischen Beobachtung. Dazu müssen wir hinzufügen, dass die Bildung der Tarsalia der postaxialen Seite (ebenso wie derjenigen der praeaxialen) in proximodistaler Richtung vor sich geht.

Eine Teilung der Tarsalia f + t_4 ist im Stadium Fig. 86 noch nicht angedeutet, ist aber im etwas späteren Stadium Fig. 17 im Text deutlich sichtbar. In diesem Stadium sind alle fünf Zehen schon angelegt, in den zwei letzten ist aber die vorknorpelige Axe noch nicht zur Ausbildung gelangt. Die Trennung der Tarsalia ist angedeutet: im tibialen Strahl sind Tibia, Tibiale und Tarsale 1 von einander durch Einschnürungen geschieden; ebenso grenzen sich im fibularen Strahl Fibula, Fibulare und Tarsale distale 4 von einander ab. Eine leichte Einschnürung trennt das Centrale vom Intermedium; in Bezug auf

das letztere sei auf den Umstand hingewiesen, dass dasselbe ziemlich weit zwischen die Anlagen von Tibia und Fibula, welche jetzt schon deutlich von den betreffenden Tarsalia abgrenzbar sind, hineinragt. Mit einander sind die Glieder der drei Strahlen (T—t—t_1, F—f—t_4, i—C—t. c.) zwar noch vorknorpelig verbunden, doch ist die histologische Sonderung angedeutet: an den Einschnürungsstellen sind die Zellen zusammengepresst, was augenscheinlich damit zusammenhängt, dass das Wachstum des Skelettgewebes in den Zentren stärker vor sich geht als in den Zwischenzonen.

Ich werde mich bei den späteren Entwickelungstadien der hinteren Extremität von Triton nicht lange aufhalten und verweise den Leser auf die Untersuchungen meiner Vorgänger: wie bekannt, treten die einzelnen Skelettelemente in mannigfaltige vorübergehende vorknorpelige Verbindungen miteinander; später trennen sich die beschriebenen Anlagen der Tarsalia von einander und das Basipodium zerfällt in die bekannten kanonischen Tarsalia. Ich möchte nur eins über die weitere Entwickelung des Tarsale distale 4 hervorheben. Im Stadium Fig. 17 im Text haben wir es als ein längliches Skelettstück, welches mit den Basen der noch vorknorpeligen Zehen 4 und 5 grenzte, verlassen; dabei lag die Basis der vierten Zehe distal von demselben, die Basis der fünften lateral. In späteren Entwickelungsstadien bildet sich auf der lateralen Seite des Tarsale 4 ein knorpeliger Auswuchs, an den sich das Metararsale 5 angliedert: in diesem Stadium hat das Tarsale distale 4 eine annähernd nierenförmige Gestalt, die es in späteren Entwickelungsstadien wieder verliert (Fig. 18 im Text). Interessant ist es nun, dass dieser Auswuchs t_5 genau dieselbe Lage einnimmt wie bei Siredon (Fig. 19 B im Text) das freie Tarsale distale der fünften Zehe, so dass, wenn bei Siredon die Tarsalia distalia 4 und 5 im Laufe der Entwickelung zusammengewachsen wären, wir ein ganz ähnliches Bild wie bei Triton in dem in Rede stehenden Stadium erhalten würden. Darum glaube ich, dass das einheitliche Element, welches bei Triton die Metatarsalia vier und fünf trägt, eigentlich den zusammengeflossenen Tarsalia 4 und 5, welche nicht mehr als gesonderte Elemente zur Anlage kommen, entspricht. Dass solche Verwachsungen der Elemente des Tarsus, wobei dieselben selbst embryonal zu einer diskreten Anlage gelangen können, vorkommen, haben wir schon bei der Entwickelung der Extremitäten der Reptilien kennen gelernt.

Siredon pisciformis.

Im allgemeinen entwickelt sich das Skelett der hinteren Extremität von Siredon in derselben Weise, wie wir es bei Triton gesehen haben, doch in einigen Punkten lassen sich Abweichungen, die ein gewisses theoretisches Interesse besitzen, nachweisen. Erstens ist die progressive Entwickelung der praeaxialen Seite der Extre-

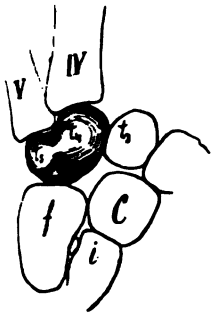


Fig. 18. Graphische Rekonstruktion der postaxialen Tarsalia eines älteren Embryos von Triton cristatus; Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

A.

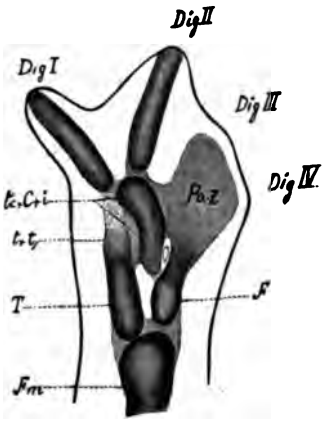


Fig. 19 A. Graphische Rekonstruktion der hinteren Extremität eines Embryo von Siredon pisciformis.

B.

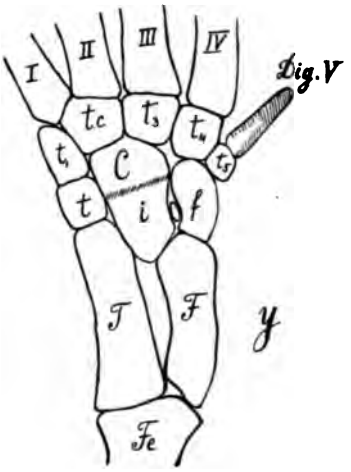


Fig. 19 B. Graphische Rekonstruktion des Tarsus einer Larve von Siredon pisciformis; Bezeichnungen, wie auf den Tafeln.

mität, welche für Triton so charakteristisch ist, bei Siredon weniger als bei letzterem ausgeprägt; zweitens sind die vorknorpeligen Anlagen der Skelettelemente der Extremität von ihrer Umgebung weniger scharf abgegrenzt, was die Beobachtung erschwert.

Fig. 19 A im Text stellt die Rekonstruktion eines verhältnissmässig frühen Entwickelungsstadiums der hinteren Extremität von Siredon dar: wenn wir diese Figur mit der Fig. 16 im Text (Triton), welche der Entwickelung der Skelettteile nach auf einer annähernd gleichen Entwickelungsstufe steht, vergleichen, finden wir nicht unbeträchtliche Verschiedenheiten. Erstens ist die ganze Anlage breiter und flacher und hat eine mehr flossenförmige Gestalt als dies bei Triton der

Fall ist; die Zehenanlagen ragen nur sehr wenig hervor; Femur, Tibia und Fibula sind in verschiedenen Stadien der Verknorpelung begriffen; Tibia und Fibula sind kurz und dick. Im Autopodium ist nur das Tarsale commune vorknorpelig: alle anderen Teile des Autopodiums (auch die Zehenstrahlen I und II) sind noch mesenchymatös, aber in diesen Mesenchymanlagen ist bereits die künftige Anordnung der Elemente des Skelettes angedeutet. Bei Siredon sehen wir nämlich in diesem Stadium eine deutliche Strahlenanordnung, welche dadurch zustande kommt, dass die Anlage des Extremitätenskeletts aus Distrikten sehr dicht angehäuften Mesenchymgewebes, den künftigen Vorknorpelbildungszentren, welche durch Schichten lockeren Mesenchyms von einander geschieden sind, besteht.

Obgleich die Lagebeziehungen etwas andere sind, erkennen wir auf Fig. 19 A die drei schon erwähnten Strahlen (praeaxialer, medianer und postaxialer Strahl), welche wir bei Triton kennen gelernt haben. Der praeaxiale Strahl besteht aus der vorknorpeligen Tibia (T), und seiner noch mesenchymatösen Fortsetzung ($t—t_1$), welche die noch undifferenzierte Anlage des Tibiale und Tarsale distale 1. vorstellt. Die im Tarsus liegende Partie dieses praeaxialen Strahles ($t—t_1$) ist von der Anlage des medianen Strahles (t. c.—C—i) durch einen ansehnlichen Zwischenraum, welcher von lockerem Mesenchym ausgefüllt wird, getrennt. Es ist schwer zu entscheiden, ob das distale Ende des praeaxialen Strahles in diesem Stadium wirklich das Tarsale distale 1 (wie es der Lage nach wahrscheinlich erscheint) darstellt, oder ob dieses Tarsale sich erst später auf Kosten des lockeren Mesenchyms bildet. Jedenfalls unterliegt er keinem Zweifel, dass die Bildung der praeaxialen Tarsalia in proximodistaler Richtung vor sich geht und dass die Verbindung des Tarsale 1 mit dem Metatarsale 1 nur in späteren Entwickelungsstadien erfolgt.

Der mediane Strahl geht dagegen kontinuierlich in die beiden ersten Zehenstrahlen über, so dass sie zusammen eine Y-förmige Figur bilden; proximal ist dieser Strahl mit der Fibulaanlage verbunden. In seiner distalen Partie, an der Basis der zweiten Zehe, liegt das kleine Tarsale commune. Dieser mediane Strahl liegt median vom For. arteriae mesopodii perforans (fm), seine Verbindung mit der Fibula befindet proximal von diesem Foramen. Lateral von dieser Arterienöffnung setzt sich die Fibula in einen dichten Mesenchymstrahl ($f—t_4$), die erste Anlage des Tibiale und des Tarsale

distale 4, fort. Diese Anlage (f—t_4), welche den basipodialen Abschnitt des postaxialen Strahles vorstellt, wird vom medianen Strahl durch eine Zwischenschicht von lockeren Mesenchym getrennt.

Die Anlage der noch undifferenzierten postaxialen Zehen wird durch eine die postaxiale Seite der Extremität einnehmende Schicht von ziemlich lockeren Mesenchym (Pa. z) repraesentiert; auf der Rekonstruktion sieht man, dass diese Schicht einen viel grösseren Raum einnimmt als die entsprechende Anlage von Triton selbst in etwas späteren Entwickelungsstadien. Wenn wir die Entwickelung der Zehen von Siredon mit dem, was sich bei Triton beobachten lässt, vergleichen, so finden wir, dass bei Siredon die Sprossung der praeaxialen Zehen weniger ausgeprägt ist als bei den Tritonen; dabei ist die allgemeine Form der Extremität bei Siredon eine etwas andere: die Autopodiumpartie ist breiter und flacher und erinnert mehr an die Form einer Flosse; aus diesem Grunde entwickeln sich die Zehenanlagen viel mehr in situ als bei Triton, wo, infolge der stummelförmigen Gestalt der Extremitätenanlage, dieselben bereits in sehr frühen Stadien als freie Sprosse hervorzuragen anfangen.

In dieser Hinsicht hat Siredon mehr Aehnlichkeit mit den Anuren und Reptilien, als mit Triton. *Wir sehen also, dass die Bildung der Finger und Zehen in Form frei hervorragender fadenförmiger Sprosse, wie sie bei Triton beobachtet wurde, kein allgemein verbreitetes Merkmal der Urodelenextremität ist*: sie steht hauptsächlich damit im Zusammenhang, dass die Zehen der praeaxialen Seite sich im allgemeinen stark *progressiv* entwickeln, d. h. sich früh anlegen und intensiv wachsen und dass die postaxialen Zehen eine verspätete Entwickelung aufweisen: man kommt auf den Gedanken, dass diese Merkmale der Extremitätenentwickelung der Tritonen nicht als primitive, sondern als sekundär erworbene angesehen werden müssen. In diesem Stadium finden wir also, dass im allgemeinen die frühe Anlage des Extremitätenskelettes beim Axolotl in derselben Weise vor sich geht wie bei Triton; der Unterschied besteht darin, dass die Strahlenanordnung der Elemente des Basipodiums sich früher als bei Triton entwickelt (noch im dem Mesenchymstadium), so dass wir in diesem frühen Stadium keine einheitliche Tarsalplatte antreffen: in dem noch mesenchymatösen Basipodium sind die uns bekannten drei Strahlen durch Säulen von dichterem Mesenchym angedeutet.

In einem etwas späteren Stadium der Extremitätenentwickelung ist die Anordnung der Elemente dieselbe, aber die Vorknorpelbildung ist weiter vorgeschritten: die erste und zweite Zehen sind vorknorpelig; ihre Basen sind, ebenso wie bei Triton, mit dem Tarsale commune nicht vorknorpelig verbunden. Die Bildung des medianen Strahles ist gleichfalls weiter vorgeschritten: die Vorknorpelbildung ist in disto-proximaler Richtung bis zu dem For. mesopodii perforans vorgeschritten. Von der Sonderung dieses Strahles in Tarsale commune, Centrale und Intermedium ist noch nichts zu sehen. Die Verknorpelung beider tarsalen Abschnitte der lateralen Strahlen hat angefangen: Tibia und Fibula setzen sich in die Tarsusregion fort und dabei sieht man ganz deutlich, dass 1) die Vorknorpelbildung in diesen Strahlen in proximodistaler Richtung vor sich geht, da nur die proximalen Abschnitte der beiden Strahlen vorknorpelig sind; 2) dass die Anlagen der Tarsalia proximalia (Tibiale und Fibulare), obgleich sie sich durch ihren histologischen Charakter deutlich von den Elementen des Zeugopodiums unterscheiden, die unmittelbare Fortsetzung dieser Elemente bilden. Die distale Partie des praeaxialen Strahles wird noch durch eine Schicht lockeren Mesenchyms von der basalen Partie der ersten Zehe getrennt. Die dritte, vierte und fünfte Zehen sind noch nicht als diskrete Bildungen erkennbar.

Auf einem bedeutend späteren Entwickelungsstadium der hinteren Extremität von Siredon, in dem bereits alle fünf Zehen differenziert sind, hat die Extremität noch ihre flossenförmige Gestalt, aber die beiden praeaxialen Zehen ragen schon als freie Strahlen über den distalen Rand der Extremität hervor. Der praeaxiale Strahl erreicht fast die Basis der ersten Zehe, doch hat sich derselbe noch nicht in die drei Elemente, welche aus ihm entstehen (die Tibia, das Tibiale und Tarsale distale 1) gesondert: man erkennt dem Charakter der Vorknorpelelemente nach die Grenze zwischen Tibia und Tibiale, da der Vorknorpel, welcher Tibiale + Tarsale dist. 1 bildet, bedeutend jünger ist; doch ist eine Trennung der beiden Elemente noch nicht zustande gekommen; eine Grenze zwischen Tibiale und Tarsale 1 ist in diesem Stadium überhaupt noch nicht zu entdecken. Der mediane Strahl (Intermedium + Centrale + Tarsale commune) ist wohl ausgebildet; sein proximales Ende ist zwischen den distalen Enden von Tibia und Fibula eingekeilt. Den Anfang eines Trennungsprozesses finde ich zwischen

Tarsale commune und Centrale; derselbe äussert sich darin, dass die Vorknorpelzellen in der Region zwischen diesen beiden Elementen transversal abgeplattet sind. Es besteht aber noch eine vorknorpelige Verbindung zwischen diesen beiden Elementen. Centrale und Intermedium bilden eine noch vollkommen kontinuierliche Anlage; das Tarsale commune ist vorknorpelig mit den Basen der zwei ersten Zehen verbunden. Neben dem Tarsale commune liegt die Anlage des Tarsale distale 3 an der Basis der dritten Zehe: dieselbe ist durch eine kleine Vorknorpelbrücke mit dem Tarsale commune verbunden. Lateral von dem For. mesopodii perforans finde ich die Fortsetzung des fibularen Skelettstrahles, d. h. die Anlage des Fibulare und des Tarsale distale 4; nur der proximale Abschnitt dieser Anlage, d. h. die Anlage des Fibulare (welche mit der Fibula kontinuierlich zusammenhängt) ist vorknorpelig; der distale Teil (Tarsale dist. 4) wird noch von dichtem Mesenchym gebildet. Wir können also sagen dass das Tarsale distale 3 sich vollkommen unabhängig von diesem postaxialen Stahl (speziell von dem Tarsale distale 4) bildet. Interessant ist die Lage der fünften Zehe in diesem Stadium, wo sie sich nur zu bilden anfängt: dieselbe liegt nämlich lateral (postaxial) von der tarsalen Partie des postaxialen Strahles, ungefähr an der künftigen Grenze zwischen dem Fibulare und dem Tarsale dist. 4.

Leider besitze ich keine Zwischenstadien zwischen diesem Stadium und dem bedeutend späteren der Fig. 19 B im Text so dass ich die einzelnen Details der Entwickelung der Elemente der postaxialen Seite der Extremität nicht schildern kann. In diesem letzten Stadium sind alle Tarsalia schon ausgebildet und verknorpelt; auch die Quergliederung der Extremitätenstrahlen hat sich vollzogen: nur Intermedium und Centrale sind von einander noch nicht vollständig gesondert. Die Strahlenanordnung in der Lage der Elemente ist noch deutlich ausgeprägt; wir können folgende Elemente des Zeugo- und Basipodiums genetisch und topographisch als Komponenten der drei erwähnten Strahlen bezeichnen: I. Tibia, Tibiale, Tarsale distale 1; II. Intermedium, Centrale, Tarsale distale commune; III. Fibula, Fibulare, Tarsale distale 4. Das Tarsale distale 3 und das Tarsale distale 5 sind dagegen ihrer Entwickelung und ihrer Lage nach keine Bestandteile dieser drei Strahlen. Interessant ist die Lage des Intermediums: ebenso wie in den früheren Entwickelungs-

stadien, liegt es mit seinen proximalen Enden zwischen den distalen Enden von Tibia und Fibula. Das Tarsale distale 5 liegt an der Grenze zwischen Fibulare und Tarsale distale 4; der proximale Abschnitt der fünften Zehe fängt eben an zu verknorpeln. Der Lage und den Beziehungen zu den beiden Tarsalia, an welche es grenzt (f, t_4), nach glaube ich nicht, dass sich das Tarsale distale 5 aus dem postaxialen Strahl bildet; es entsteht selbständig aus dem Mesenchym, welches lateral von dem einheitlichen postaxialen Strahl (F—f—t_4) liegt. Auf der Textfig. 19 B sehen wir, dass t_5 lateral von der Axe des Strahles, aus dem sich die Elemente f und t_4 bilden, liegt.

Bei der Entwickelung der vorderen Extremität von Triton und Siredon lassen sich im Allgemeinen dieselben Prozesse, wie bei der Entwickelung der hinteren Extremität, nachweisen, aber die Entwickelung geht in einem rascheren Tempo vor sich, so dass die einzelnen Phasen weniger deutlich erscheinen, als dies bei der hinteren Extremität der Fall war. Diese Tatsache war, wie mir scheint, der Grund, warum die Forscher, welche ihre Schlussfolgerungen auf Beobachtungen, die hauptsächlich an der vorderen Extremität gemacht worden sind, basierten, zu von den soeben dargelegten abweichenden Resultaten gekommen sind. Auch bei der Untersuchung der vorderen Extremität kann man die strahlenartige Anordnung der Elemente beobachten, aber sie erscheint viel weniger deutlich, als wir es soeben in der hinteren Extremität gesehen haben: die Verwachsung der einzelnen Skelettelemente welche ab origine zu verschiedenen Strahlen gehören, tritt hier viel früher ein und verwischt das Bild der primitiven strahlenartigen Anordnung. Diese strahlenartige Anordnung ist in den frühen Entwickelungsstadien viel deutlicher zu sehen als in den späteren; auch ist bei Triton (welcher als Hauptobjekt der Untersuchungen über die Entwickelung der Urodelenextremität diente) die Strahlenanordnung der Skelettelemente in der vorderen Extremität weniger deutlich als bei Siredon zu sehen. Bei Siredon finde ich in Stadien, wo sich der vierte Finger eben zu bilden anfängt, die Strahlenanordnung deutlich ausgebildet: Radius und Ulna setzen sich kontinuirlich als zwei Säulen jungen Prochondralgewebes in die Carpal-

gegend fort; auch kann man sehen, dass die Bildung der Elemente des Carpus, welche aus diesen Säulen entstehen (aus der radialen Säule: Radius, Radiale und Carpale 1 Autorum,—aus der ulnaren Säule: Ulna, Ulnare, Carpale 4) in proximodistaler Richtung vor sich geht: die proximalen Partien werden von älteren Vorknorpelgewebe gebildet als die distalen. Der mediane Strahl (Carpale commune, Centrale, Intermedium) bildet gleichfalls eine kontinuirliche Anlage; der Intermediumabschnitt derselben ist ebenso wie in der hinteren Extremität zwischen den Enden des Zeugopodiums eingelagert. Miteinander sind die drei Strahlen in diesen Stadien nicht vorknorpelig verbunden. In späteren Stadien treten solche Verbindungen ein und verwischen das ursprünglich klare Bild der Anordnung der Skelettelemente der vorderen Extremität.

In frühen Entwickelungsstadien der vorderen Extremität von Triton finde ich die radiale Vorknorpelsäule ($R + r + c_1$) wohl ausgebildet und mit den Nachbarelementen nicht vorknorpelig verbunden. Der mediane Strahl (c. $c + C + i$) ist ebenfalls deutlich ausgebildet, doch lässt sich nach der Form der Vorknorpelzellen die künftige Grenze zwischen Centrale und Carpale commune wohl unterscheiden; $C + i$ bilden noch ein vollkommen einheitliches Stück. Dagegen wird der carpale Teil des ulnaren Strahles nur durch *eine sehr dünne Schicht embryonalen Mesenchyms,* welche kontinuirlich mit der Ulna zusammenhängt, repraesentiert. Wir können sagen, dass die postaxiale Seite der vorderen Extremität eine mehr retardierte Entwickelung aufweist als die der hinteren. Das Carpale distale 3 ist in diesem Stadium nur eben angelegt und mit keinem der übrigen Carpalia verbunden. Man kann es also nicht als die Fortsetzung des proximalen Strahles der Extremität (wie Goette es macht) ansehen: seine Verbindung mit diesem Strahl erfolgt erst in späteren Entwickelungsstadien.

In einem sehr wenig älteren Stadium sieht man, dass der carpale Teil des postaxialen Strahls zu verknorpeln anfängt: er bildet die kontinuirliche Fortsetzung der Ulna. Aber ein wichtiger Unterschied besteht hier zwischen vorderer und hinterer Extremität: schon in diesem frühen Stadium, wo sich der ulnare Strahl nur eben vorknorpelig auszubilden anfängt, ist derjenige Abschnitt desselben, aus dem sich später das Ulnare bildet, vorknorpelig mit der Anlage des Intermediums verbunden: eine Grenze zwischen beiden ist deut-

lich erkennbar, aber sie besteht nur als eine Schicht von Vorknorpelsubstanz, in der die Vorknorpelzellen dichter aneinander gedrängt sind als in den anderen Partien der verwachsenden Skelettanlagen. Das Carpale distale 3 ist mit den anderen Carpalia nicht vorknorpelig verbunden.

Die Verbindung zwischen den Anlagen des Ulnare und des Intermediums erscheint nicht ohne Bedeutung, da sie die Auffassung mancher früherer Forscher der Morphologie der sich entwickelnden Urodelengliedmassen erklärt: wenn wir diese Tatsache bei der Beurteilung des Skeletts der freien Extremität von Triton in den Vordergrund stellen, so können wir zu der Schlussfolgerung gelangen, dass sich der ulnare Strahl an seinem Ende dichotomisch teilt (nach der Formel: $U\begin{pmatrix} i + C + cc. \\ u + c_1 \end{pmatrix}$, was zu der Auffassung Goettes führt, oder wir können auch annehmen, das die Elemente der postaxialen Seite des Carpus durch Teilung eines einzigen ulnaren Elements, wie es z. B. Rabl (s. unten) annimmt, entstehen. In einem etwas späteren Stadium verschwindet die Grenze zwischen i und u vollständig. Dabei treten zahlreiche Verwachsungen zwischen den einzelnen Elementen des Carpus auf: Ulnare und Intermedium sind proximal und distal vom For. art. mesopodii verwachsen und diese Verwachsung bleibt auch bei dem erwachsenen Triton bestehen, so dass bei ihm ein einheitliches, von dem erwähnten Foramen durchbohrtes Intermedio-ulnare vorhanden ist. Ausserdem finden folgende temporäre Verbindungen der einzelnen Carpalia miteinander statt: Carpale 3 verbindet sich mit dem Carpale 4; Carpale commune verbindet sich vorknorpelig mit dem Carpale 1. Ausserdem können weniger ausgeprägte Verwachsungen zwischen den anderen Carpalia auftreten; parallel mit diesen Verwachsungsprozessen sehen wir, dass die künftige Scheidung der Elemente der einzelnen Strahlen dadurch eingeleitet wird, dass an den künftigen Trennungslinien zwischen den einzelnen Segmenten der Skelettstrahlen die Vorknorpelzellen sich abplatten: durch die Kombination dieser beiden Prozesse kommt das von Strasser beschriebene Bild einer einheitlichen Carpalplatte mit knorpeligen Zentrierungen, welche die künftigen Carpalia andeuten, zustande.

Wenn wir die tatsächlichen Resultate unserer Untersuchungen über die Entwickelung des Extremitätenskeletts von Triton und Siredon zusammenfassen, können wir folgende Thesen aufstellen:

1) Die praeaxiale Seite der Extremitäten entwickelt sich im Vergleich zu der postaxialen progressiv, d. h. die Skelettelemente legen sich früher an und differenzieren sich schneller auf der praeaxialen als auf der postaxialen Seite der Extremitäten. Dennoch treten die ersten noch indifferenten Anlagen der postaxialen Elemente in verhältnissmässig frühen Stadien auf.

2) Die progressive Entwickelung der praeaxialen Seite der Extremität ist bei Triton stärker ausgeprägt als bei Siredon [1]). Bei beiden Formen ist die Differenz in der Entwickelungsintensivität zwischen prae- und postaxialer Seite der Extremität in der vorderen Extremität grösser als in der hinteren.

3) Die Sprossung der Finger und Zehen als frei über den Rand der Extremitätenanlagen hervorragende Strahlen findet bei Siredon in späteren Entwickelungsstadien statt als bei Triton: in dieser Beziehung weisen die Extremitäten von Triton gleichfalls eine accelerierte Entwickelung auf.

4) Die ersten Anlagen der sogenannten langen Knochen treten bei den untersuchten Urodelen in Form kurzer und dicker Vorknorpelelemente auf, welche sich der Grösse nach viel weniger von den Elementen des Basipodiums unterscheiden als bei den erwachsenen Tieren: dieser Unterschied in Form und Grösse zwischen den Elementen des Basipodiums und denen der übrigen Abschnitte der freien Extremitäten wird also nur im Laufe der nachfolgenden Entwickelung erworben.

5) Während der embryonalen Entwickelung ist in der hinteren Extremität (Zeugo- und Autopodiumabschnitte) eine deutliche strahlenartige Anordnung vorhanden. Wie bekannt, legen sich die Finger und Zehen in Form vorknorpeliger einheitlicher Skelettstrahlen, welche sich nachträglich durch Quergliederung in einzelne Segmente sondern, an. Einen ähnlichen Bildungsmodus finden wir in den Elementen des Zeugo- und Basipodiums, mit dem Unterschied, dass die Zahl der embryologisch nachweisbaren Strahlen kleiner als im Meta- und Acropodium ist. Untereinander sind diese strahlenartigen Anlagen des Zeugo- und Basipodiums ab origine nicht verbunden. Ich bezeichne diese drei Strahlen ihrer topogra-

---

[1]) Mit anderen Worten, die Retardation in der Entwickelung der postaxialen Seite der Extremitäten ist bei Siredon weniger ausgeprägt als bei Triton.

phischen Lage nach als praeaxialen, medianen und postaxialen Strahl der Extremität [1]).

6. In der hinteren Extremität sondert sich der praeaxiale Strahl durch Querteilung in: Tibia, Tibiale, Tarsale dist. 1.

Der mediane Strahl sondert sich durch Querteilung in: Intermedium, Centrale, Tarsale commune.

Der postaxiale Strahl sondert sich durch Querteilung in: Fibula, Fibulare, Tarsale dist. 4.

7) Der prae- und der postaxiale Strahl der Extremität entwickelt sich in proximodistaler, der mediane in distoproximaler Richtung.

8) Das Intermedium liegt in frühen Entwickelungsstadien zwischen den distalen Enden der Elemente des Zeugopodiums, gehört also seiner primären Lage nach zu dieser Region der Extremität; bei den erwachsenen Tieren tritt es mehr oder weniger in die Region des Basipodium.

9) Das Tarsale distale 4 des erwachsenen Tritons entspricht wahrscheinlich den zusammengeflossenen Tarsalia 4—5. Bei Siredon bildet sich an der lateralen Seite des postaxialen Strahles ein selbständiges Tarsale distale 5.

10) Die Tarsalia distalia 3 und 5 legen sich als vollkommen selbstständige Elemente an und stehen ursprünglich in keinem Zusammenhange mit den erwähnten drei embryonalen Skelettstrahlen.

11) Bei Triton verschmelzen Intermedium und Ulnare bei ihrer ersten Anlage zur Bildung des einheitlichen Intermedio-ulnare des erwachsenen Tritons; bei Siredon bleiben diese Teile getrennt. Die frühzeitige Verbindung dieser Elemente weist auf den accelerierten Entwickelungsgang der Skelettelemente der vorderen Extremität von Triton hin.

12) Die Zehenstrahlen legen sich ursprünglich unabhängig von den Tarsalia resp. Carpalia distalia an; die Verbindung dieser Elemente findet erst in späteren Entwickelungsstadien statt.

13) In späteren Entwickelungsstadien entwickeln sich die mannigfaltigen vorübergehenden vorknorpeligen Verbindungen zwischen den Skelettelementen der Extremitäten der untersuchten Urodela, welche

---

[1]) Diesen Bezeichnungen soll vorläufig keine theoretische Bedeutung beigemessen werden: sie drücken nur die topographische Lage der betreffenden embryonalen Skelettteile aus.

von Strasser beschrieben und abgebildet worden sind. Bei Triton bilden sich solche Verbindungen in der vorderen Extremität in früheren Entwickelungsstadien als in der hinteren. Wir können bei der Entwickelung des Extremitätenskeletts der untersuchten Urodela die Anlagen auf folgende Weise in zwei Gruppen einteilen: A) Anlagen, welche sich ab origine als einheitliche Bildungen (z. B. die strahlenartigen Anlagen des Zeugo- und Basipodiums, des Meta- und Acropodiums) anlegen; B) solche, die als selbständige Bildungen entstehen, sich aber mit den Nachbarelementen nachträglich vorübergehend vorknorpelig verbinden, um sich dann wieder von ihnen loszulösen (z. B. die Verbindung des Radius und der Ulna mit dem Humerus, des Humerus mit dem Schultergürtel, die vorübergehenden Verbindungen der Carpalia und Tarsalia untereinander etc.).

I. Vergleichender Teil.

VIII.

Muskeln und Nerven der vorderen Extremität der Pentadactylier.

In diesem Abschnitt wollen wir die Resultate unserer Untersuchungen über die Muskeln und Nerven mit denjenigen unserer Vorgänger zusammenstellen, und, wenn möglich, die theoretischen Schlussfolgerungen, welche zum Aufbau einer Extremitätentheorie dienen können, aus denselben zu ziehen versuchen. Soviel ich weiss, wurde die Entwickelung der Extremitäten von Ascalabotes bis jetzt noch von keinem Forscher untersucht, aber der aufmerksame Leser wird bereits bemerkt haben, dass die Entwickelung der Muskel- und Nervenanlagen in den frühen Stadien in den Hauptzügen derjenigen von Lacerta, welche von van Bemmelen, Corning und Mollier untersucht wurde, ähnlich ist. Am nächsten stehen meine Resultate denjenigen von Mollier (Mollier '95. '97). Von diesem Forschen und Corning ('00) wurde die metamere Anordnung der Muskelsprosse der Myotome 2—9, die Auswanderung der Zellen aus den 4 letzten von diesen Muskelsprossen zur Bildung der beiden primären Muskelanlagen der vorderen Extremität, ebenso wie die Polymerie des Nervenplexus in relativ frühen Entwickelungsstadien beobachtet. Wenn man die Fig. 12 Taf. IV Cornings ('00) mit meinen Figuren 2, 3, 4 vergleicht, so findet man, dass die Bildung der primären Muskelanlagen der freien Extremität bei Lacerta und bei Ascalabotes in der gleichen Weise vor sich geht. Meine Beobachtungen bestätigen auch die Angabe Molliers ('97), dass auch der ventrale Teil der Muskelsprosse sich an der Bildung der primären Muskelanlagen der freien Extremität beteiligt: ich kann mit Bestimmtheit sagen, dass sich aus diesen „Urwirbelfortsät-

zen“ (Mollier) die ventrale primäre Muskelanlage bildet. Ueber das Schicksal der Myotomsprosse teilen die erwähnten Autoren nur weniges mit: über die drei vorderen Fortsätze (unsere Myotomsprosse 2, 3, 4) sagt Corning (00), dass ihr Schicksal schwer zu verfolgen sei, dass aber aus diesen Sprossen sich seitliche Halsmuskeln bilden. Ich konnte ebenfalls das Schicksal dieser Bildungen nicht im Einzelnen verfolgen, halte aber diesen Schluss für sehr wahrscheinlich: der Lage nach bildet sich aus ihnen die hintere Partie des Cucullaris. Ueber die ventralen Fortsätze der hinteren Myotome der Extremität (nach Abgabe der primären Muskelanlagen) giebt Mollier ('97) an, dass sich aus ihnen die ventrale Rumpfmuskulatur entwickelt: wir haben gesehen, dass sich bei Ascalabotes aus dieser Anlage *ein Extremitätenmuskel, der Sternocoracoideus internus* bildet. Was die Entwickelung der Extremitätennerven anbelangt, so wurde sie von Mollier nur beiläufig untersucht und nicht im Detail verfolgt: er giebt an, dass er in mehreren Fällen den embryonalen Extremitätenplexus aus sechs Nerven bestehend vorfand, eine Beobachtung, welche mit unseren im Text ausführlich beschriebenen Resultaten in vollkommenem Einklange steht. Wie der Leser sieht, stehen meine Beobachtungen über die Entwickelung der Muskeln und Nerven von Ascalabotes in frühen Stadien in einem für mich sehr erfreulichen Einklange mit dem, was von meinen Vorgängern bei Lacerta nachgewiesen wurde: die Differenzen, auf die ich an dieser Stelle nicht eingehe, sind nicht gross und haben für die theoretischen Schlussfolgerungen keine Bedeutung.

Die späteren Entwickelungsstadien der Muskeln und Nerven der vorderen Extremität der Reptilien, d. h. ihre Differenzierung aus den primären Anlagen, die Entwickelung der peripheren Nerven, die Bildung und Differenzierung der sekundären Muskelanlagen etc. sind fast gar nicht untersucht. Mollier (95) erwähnt nur sehr kurz der Bildung des Levator scapulae „aus den drei vor der Extremitätenanlage gelegenen Muskelplatten, welche in der Reihe als die sechste, siebente und achte nach dem Gehörbläschen zu bezeichnen sind“. Auch konstatiert er das caudalwärts gerichtete Wachstum dieser Anlage. Eine kurze Erwähnung findet bei ihm die Tatsache des Einwachsens der primären Anlagen in die Rumpfregion und die Bildung des M. pectoralis und der Anconeusanlage. Ueber die Differenzierung der übrigen Muskeln finde ich weder in der

Arbeit Molliers, noch in den Arbeiten der übrigen Forscher, welche sich mit der Entwickelung der Reptilien-Extremitäten befasst haben, irgend Angaben: die Aufmersamkeit dieser Forscher war hauptsächlich auf die frühen Entwickelungsstadien, auf die Frage von der Metamerie und der Bildung der primären Muskel- und Skelettanlagen gerichtet, und sie schenken den späteren Stadien nur wenig Beachtung. Die vorliegende Untersuchung ist, soviel ich weiss, der erste Versuch diese Lücke in unseren Kentnissen auszufüllen und die Entwickelung der Muskeln, Nerven und des Skeletts im Zusammenhang und im Detail von Anfang bis zu Ende zu verfolgen.

Im Folgenden wollen wir die von uns erlangten Resultate mit dem, was über die Entwickelung der Muskeln und Nerven der anderen Vertebraten bekannt ist, vergleichen, um aus diesem Vergleich nach Möglichkeit Daten für die Geschichte der phylogenetischen Entwickelung der pentadactylen Extremität der Tetrapoda zu erlangen: später werden wir unsere Schlüsse mit dem, was die Untersuchung des Skeletts ergiebt, zusammenstellen. Da unser Hauptzweck in der Lösung dieser phylogenetischen Frage besteht, so ziehe ich die beiden höheren Gruppen der Vertebraten d. h. die Vögel und Säugetiere nicht in den Kreis unserer Betrachtungen.

Was die Bedeutung der Entwickelung der primären Muskelanlagen der vorderen Extremität der Reptilien aus metamer angeordneten Muskelsprossen resp. Muskelknospen und die primäre Polymerie dieser Bildungen und des embryonalen Extremitätenplexus anbelangt, so wurde ihre Bedeutung für unsere theoretischen Ansichten über die Phylogenie der Extremitäten der Pentadactylier schon von den früheren Forschern erkannt und Mollier verdanken wir eine auf eigenen eingehenden Beobachtungen über die Entwickelung der Extremitäten der Selachier basierende ausführliche Besprechung der theoretischen Schlüsse, welche aus dem vorhandenen tatsächlichen Material gezogen werden können. Von Anfang an konstatiert er „die in allen wesentlichen Punkten übereinsttimmende Entwickelung der paarigen Flossen (der Selachier) und des Cheiropterygiums (der Reptilien)“. „Bei beiden geht der erste Anstoss zu ihrer Enstehung von dem Somatopleura aus, welches durch Proliferation ihrer Zellen in einem bestimmten Bezirk die erste Extremitätenwulst erzeugt. Sowohl bei Selachiern, wie bei Lacerta beginnt

diese Bildung mit dem ersten sich dem Hypoglossusgebiet hinten anschliessenden Segment und reicht caudal über den späteren Extremitätenbezirk hinaus; ein wichtiger Befund, der in übereinstimmender Weise auch für Amphibien von Field (94) angegeben wurde, und auf eine frühere ausgedehntere Anlage hinweist. Mit der allmählichen Vergrösserung eines bestimmten Abschnitts dieser ersten Leiste verdickt sich das Ektoderm über derselben immer mehr und bildet endlich auf der Aussenkante der Anlage eine deutliche Falte, die im Gegensatz zu der Flosse, hier nur eine sehr geringe horizontale Ausdehnung zeigt. Uebereinstimmend im Prinzip ist auch die erste Anlage der Muskulatur von den beteiligten Myotomen aus; denn dass bei Lacerta die Muskelknospen sich nicht von dem Urwirbelspross abschnüren und nachher erst teilen wie bei den Selachiern, sondern gleich von dem ventralen Ende der Myotomsprosse die Ausstossung einer myogenen Zellenmasse erfolgt, ist ein abgekürzter Entwickelungsgang ohne wesentliche Bedeutung. Die zugehörigen ventralen Spinalnervenäste zeigen ebenfalls die bei der Flosse vorhandene Teilung in einen dorsalen und ventralen Ast für die betreffende Muskelzellenschicht. Jenen Vorgang aber, der schon frühzeitig in der Genese beider sich bemerkbar macht und dieselbe in charakteristischer und verschiedener Weise beherscht, nannte ich Konzentration. Infolge der stärkeren „Konzentration" der Reptilienextremität verschwindet bei derselben die primitive metamere Anordnung der Muskel-, Nerven- und Skelettanlagen. Infolge dieses Prozesses „haben sowohl die aus dem Plexus austretenden Nerven, wie auch die aus den beiden Muskelzellenschichten sich sondernde Streck- und Beugemuskulatur ihren segmentalen Charakter völlig verloren".

In seiner Arbeit über die Entwickelung des Ichtyopterygiums giebt Mollier (93) folgende Definition des Vorgangs, den er mit dem Ausdruck Konzentration bezeichnet: „Ich verstehe unter Konzentration das allmähliche Zurückbleiben der horizontalen Basislänge der Flosse gegenüber jenem Abschnitt des Rumpfes, in dessen Bereiche dieselbe zur Anlage kommt, und betrachte das vorwiegend in lateraler Richtung vor sich gehende Flossenwachstum als Ursache derselben".

Mollier nimmt also an, dass in der Entwickelung der Extremitäten der Selachier und der Reptilien eine prinzipielle Uebereinstim-

mung bestehe, oder, mit anderen Worten, dass das Cheiropterygium sich aus einem nach dem Selachiertypus gebauten Ichtyopterygium durch allmähliche „Konzentration“ entwickelt habe. Das Skelett der pentadactylen Extremität ist auch nach der Ansicht Mollier's aus ursprünglich getrennten Strahlen entstanden, die sich infolge der Konzentration zu einer Platte (Polypterus, vordere Extremität) vereinigten, um sich dann sekundär zur Erreichung des für das Chiridium charakteristischen Baues wieder zu teilen. Auf die Frage von der Entstehung des Skeletts werden wir später wieder zurückkommen.

Mollier verkennt nicht die bedeutende Unterschiede in der Entwickelung der Extremitätenmuskulatur der Selachier und Reptilien. In seiner Arbeit über die Entwickelung der Extremitäten des Stöhrs ('97) bemerkt er, dass dieser Unterschied darin bestehe, dass „bei Lacerta jeder Myotomfortsatz nur eine Knospe bilde, und dass der epitheliale Zusammenhang der Knospen im Vergleich zu den Selachiern schon sehr frühzeitg verschwinde. Im Stöhr haben wir jetzt ein Zwischenglied gefunden. Hier bildet ebenfalls jeder Myotomfortsatz nur eine einzige Knospe [1]) und wenn auch von dieser eine dorsale und ventrale Knospe sekundär entsteht, so bewahren diese letzteren doch zunächst ihren Zusammenhang mit den ventralen Fortsätzen des Urwirbels. Erst die epitheliale Lösung desselben von seiner Primärknospe macht die beiden Sekundärknospen frei, während der Myotemfortsatz späterhin die ventrale Rumpfmuskulatur bildet. Denken wir uns diese Lösung des epithelialen Verbandes beim Stöhr etwas früher, als dies tatsächlich der Fall ist, also zu einer Zeit,

---

[1]) Die Frage von dem Entwickelungsmodus der Flossenmuskulatur der Acipenseriden kann noch nicht als endgültig gelöst angesehen werden, weil eine Differenz in den Beobachtungen Molliers (97) über Acipenser sturio und Salensky's ('99) über Acipenser ruthenus besteht. Nach Salensky teilen sich die dorsalen und ventralen Muskelknospen in späteren Entwickelungsstadien ebenso wie bei Selachiern, so dass die Zahl der Muskelbündel doppelt so gross wird wie die der Skelettstrahlen; auch findet er abortive Muskelknospen (Segmente 11—15) caudal von den Muskelknospen, die zur Bildung der Extremitätenmuskulatur verwandt werden (Segmente 5—10), und stellt die Entwickelung der abortiven Knospen an den rostral vom 5-ten Myotom liegenden Myotomen in Abrede. Für uns hat diese Verschiedenheit in den Angaben beider Forscher keine Bedeutung, da sie vielleicht mit dem Umstande, dass beide Forscher verschiedene Formen untersucht haben, in Zusammenhang steht.

wo die beiden Sekundärknospen aus dem verdickten Ende des Urwirbelfortzsatzes gegen die dorsale und ventrale Flossenkante auszuwachsen beginnen, auftretend, so wird der Vorgang den für Lacerta beschriebenen Befunden überraschend gleichen; denn nach den gleichen Bahnen, welche hier die Sekundärknospen anzeigen, bewegt sich auch bei Lacerta das aus den Knospen freigewordene myogene Zellmaterial".

Ich habe die obenstehenden Zitate aus den Arbeiten Mollier's in Extenso angeführt, um dem Leser den von diesem Forschers vertretenen Standpunkt möglichst klar und genau darzustellen: wir haben es hier mit dem ersten Versuch die Beobachtungen über die Entwickelung der Extremitätenmuskulatur und der Nerven der Reptilien unseren Anschauungen über die phylogenetische Entwickelung der pentadactylen Extremität zu Grunde zu legen und die Resultate dieser Beobachtungen mit dem, was über die Entwickelung der Flossen der Selachier und Knorpelganoiden bekannt ist, zu vergleichen zu tun. Die Tatsache, dass alle diese Formen von Mollier persönlich eingehend untersucht worden sind, macht die Resultate dieser Vergleichung für uns besonders wertvoll.

Wir müssen nun zu den von Mollier gezogenen Schlüssen Stellung nehmen. Ich muss sagen, dass ich die Grundanschauung Mollier's, nämlich dass die Extremitätenmuskeln und Nerven der Fische und der Tetrapoda sich nach ein und demselben Typus entwickeln, und die aus dieser Ansicht gezogene Folgerung, dass die Extremitäten aller dieser Tiergruppen sich aus einer gemeinsamen Extremitätenform entwickelt haben und bei dieser phylogenetischen Entwickelung gemeinsame ähnliche Stadien durchgemacht haben, für vollkommen richtig halte. Ich glaube nicht, dass man aus dem vorliegenden Tatsachenmaterial einen anderen Schluss ziehen kann.

Auch dem Gedanken, dass der Entwickelungsmodus, den wir bei den Knorpelganoiden vorfinden „ein Zwischenglied", der die Reptilien mit den Selachiern verbindet, vorstellt, muss ich zustimmen. Selbsverständlich will ich damit nicht sagen, dass die Ganoiden von den Selachiern und die Reptilien von den Ganoiden abstammen, da ich an dieser Stelle nur Parallelen in der onto- und phylogenetischen Entwickelung, nicht direkte Abstammungen im Auge habe.

In diesen Grundansichten muss ich also Mollier vollkommen zustimmen. Aber seine weiteren Schlussfolgerungen über die Phylo-

genie der pentadactylen Extremität und ihre Ursachen erwecken in mir manche Bedenken. Erstens kann ich mich durchaus nicht mit seiner Ansicht über die phylogenetische Entwickelung des Extremitätenskeletts der Tetrapoda einverstanden erklären: meine Beobachtungen haben mich zu ganz anderen Schlüssen geführt und wir werden darauf noch in den folgenden Kapiteln zu sprechen kommen. Zweitens erweckt in mir die Ansicht Mollier's über die Bedeutung, die er dem Prozess der Konzentration zuschreibt, manchen Zweifel.

Ich glaube nicht, dass bei der phylogenetischen Entwickelung der Extremitäten der Tetrapoda die Konzentration in dem Sinne Mollier's eine grosse Rolle gespielt hat. Braus ('99) bestreitet in seiner Arbeit über die Entwickelung der Selachierextremitäten die Bedeutung der „Konzentration" und versucht diese Hypothese Mollier's durch die Voraussetzung einer Migration oder Verschiebung der Extremitäten zu ersetzen: er nimmt an, dass die Fähigkeit rostral- und caudalwärts vor sich gehende Verschiebungen zu erleiden eine generelle Fähigkeit der Gliedmassen der Wirbeltiere sei. Mir scheint, dass durch die höchst sorgfältigen Untersuchungen von Braus die Tatsache der Migration der Gliedmassen der Selachier, während der embryonalen Entwickelung bewiesen ist; andererseits stimmen die Resultate seiner vergleichend-anatomischen Untersuchungen über die Extremitätenerven und -muskeln der Selachier Holocephalen und Dipnoer (Braus, '98) und derjenigen Fürbringers ('00) über die Amphibien, Reptilien und Vögel mit diesem Schlusse vollkommen überein und machen die Schlussfolgerung im höchsten Grade wahrscheinlich, dass solche Wanderungen der Extremitäten eine bei den Vertebraten sehr verbreitete Erscheinung sind.

Nach Braus vollzieht sich die ontogenetische Verschiebung auf die Weise, dass an einem Ende der Extremität die Muskelknospen degenerieren und dementsprechend am anderen Ende sich neue bilden: dabei verändert infolge der Wachstumsdifferenz die Flosse selbst ihre Lage. Ich glaube nicht, dass diese Verschiebungen der Extremitäten die Annahme einer Konzentration im Sinne Mollier's ausschliessen: es ist wohl möglich, dass beide Prozesse bei der phylogenetischen Entwickelung tätig waren.

Wir wissen, dass wir in frühen Entwickelungsstadien bei Ascalabotes acht Muskelsprosse an der Basis der Extremität vorfinden

(Segmente 2—8); nach Mollier und Corning befindet sich dieselbe Anzahl von Muskelsprossen auch an der Basis der vorderen Extremität von Lacerta. Wir haben gleichfalls gesehen, dass der embryonale Extremitätenplexus von Ascalabotes sich aus sieben Nerven (IV—X) zusammensetzt (bei Lacerta aus sechs, Spinalnerven IV—IX Mollier) und dass die von uns als R. posteriores bezeichneten Aeste der Spinalnerven II und III sich früher an der Plexusbildung beteiligten und dessen vordere Wurzeln bildeten, so dass der Plexus brachialis bei den Vorfahren von Ascalabotes mit dem 2-ten Spinalnerv anfing. Beim erwachsenen Tier wird der Pl. brachialis von den Spinalnerven VI — X (Ascalabotes) und VI — IX (Lacerta) gebildet.

Hier haben wir zwei Alternativen. Entweder besassen die Vorfahren der Reptilien eine polymere Extremität, an deren Bildung sich mindestens acht (II—IX) Rumpfsegmente beteiligten, d. h. acht Muskelsprosse das myogene Material für die primären Muskelanlagen lieferten, und die einen aus acht Spinalnerven bestehenden Brachialplexus besassen, oder sie hatten eine Extremität, an deren Bildung eine Anzahl von Segmenten sich beteiligte, welche nicht grösser war als wir es bei den erwachsenen Autosauriern finden (5 Segmente), die aber näher zum Kopfe gelegen war und aus den Derivaten (Myotomsprosse, Spinalnerven) der Segmente 2 — 6 bestand und sich im Laufe der phylogenetischen Entwickelung caudalwärts verschob. In diesem zweiten Falle müssten wir annehmen, dass entsprechend der Degeneration der vorderen Extremitätensegmente (II, III, IV, V) eine gewisse Anzahl von Extremitätensegmenten am hinteren Rande der Extremität neugebildet würde (Segmente VII, VIII, IX...).

In Bezug auf die Prozesse, welche sich am vorderen (oralen) Rande der Extremität abspielen, ist die Deutung der embryologischen Befunde leicht: wir können mit Bestimmtheit sagen, dass bei den Vorfahren der Autosaurier die Extremität näher zum Kopfe lag und dass ihr vorderer Rand sich im Laufe der Entwickelung caudalwärts verschob; wir können gleichfalls sagen, wie sich dieser Prozess vollzog: *die Muskelsprosse degenerierten und lieferten kein myogenes Material in die freie Extremität mehr, die vorderen Wurzeln des Pl. brachialis erlitten eine Reduktion und verschwanden (die Nerven p_2—p_5, Ascalabotes), dagegen entwickelten sich andere*

Nerven progressiv (Halsnerven cut_2 — cut_5). Die Bedeutung dieses Prozesses ist, wie mir scheint, gleichfalls klar: das Zurücktreten der vorderen Extremität führte zur Bildung einer neuen Region des Rumpfes, nämlich des frei beweglichen Halses. Wir sprachen soeben von den Vorfahren der Autosaurier, da die mitgeteilten Tatsachen sich auf diese Gruppe der Reptilien (Ascalabotes, Lacerta) bezogen. Aber wir haben allen Grund anzunehmen, dass es richtiger wäre von den Vorfahren der Reptilien überhaupt zu sprechen. In meiner vorläufigen Mitteilung von 1904 (Sewertzoff, '04) habe ich schon mitgeteilt, dass sich bei Embryonen von Seps chalcides und von Emys lutaria die Beteiligung des fünften Spinalnervs an der Bildung des Pl. brachialis nachweisen liesse, so dass der embryonale Plexus in späten Entwickelungsstadien bei beiden Formen aus Aesten der Spinalnerven V, VI, VII, VIII, IX, also aus fünf Nerven bestand; bei den erwachsenen Tieren bildet sich der Plexus brachialis bei Emys und bei Seps aus den Nerven VI, VII, VIII, IX: wir finden also, das der Pl. brachialis bei diesen Formen um ein Segment caudalwärts, also in derselben Richtung wie bei Ascalabotes und Lacerta zurücktritt. Wir schliessen daraus, dass derselbe bei den gemeinsamen Vorfahren dieser Tiere näher zum Kopfe lag als bei den rezenten Formen und dass die Verschiebung in derselben Richtung wie bei Autosauriern von sich ging. Wahrscheinlich würden eingehendere Untersuchung über die Entwickelung der Extremitätennerven der Schildkröten einen dem von uns bei den Autosauriern im Detail verfolgten analogen Vorgang offenbaren. Schon jetzt sind wir berechtigt zu sagen, dass bei den gemeinsamen Vorfahren *der Schildkröten und Autosaurier*, also wahrscheinlich bei den gemeinsamen Vorfahren *aller* Reptilien die Extremität *sehr nahe zum Kopfe lag* und dass diese Urformen eine sehr kurze Halswirbelsäule besassen: der frei bewegliche Hals der rezenten Reptilien hat sich phylogenetisch korrelativ mit dem Zurücktreten des vorderen Randes der Extremität entwickelt.

Es ist interessant unsere auf Grund der embryologischen Untersuchung gewonnenen Resultate mit den Ergebnissen der vergleichend-anatomischen Forschungen Fürbringers (00) zu vergleichen: seine Schlussfolgerungen sind für uns besonders wertvoll, da sie erstens von einem der besten Kenner der Extremitätenanatomie stammen und zweitens weil sie mit Hilfe einer ganz anderen Methode als die

unserige gewonnen sind. Zuerst ist für uns die Auschauung Fürbringers über die systematische Stellung der Autosaurier und im speziellen der Geckonidae von Interesse: er meint, dass die Autosaurier (Lacertilier) „sich ... innerhalb relativ tieferer Entwickelungsstufen bewegen und ungezwungen auf einen sehr primitiven Typus des Reptilienkörpers zurückführen lassen, welchem die tiefsten Vertreter der kionokranen Lacertilier (Geckonidae, ebenso wie die in mancher Hinsicht schon sehr entwickelten Scincidae) recht nahe stehen". Bemerkenswert dabei ist, dass nach Fürbringer der rhynchocephale Sphenodon—„nach Abschätzung aller Instanzen tiefer als die höheren Typen unter den Lacertiliern, aber höher als die tieferen Vertreter derselben" (also als die Geckoniden) steht. Dieser Schluss giebt den beim Studium der Entwickelung von Ascalabotes gewonnenen Resultaten eine gewisse Bedeutung in Bezug auf die Phylogenie der Reptilien überhaupt.

Ueber die metamere Lage des Plexus brachialis der Reptilien sagt Fürbringer folgendes: „den Ausgang für die ganze Reihe bildet der von VI—X oder von VI—XI gebildete Hauptplexus der kionokranen Lacertilier und von Sphenodon und die aus 8 Wirbeln bestehende Halswirbelsäule dieser Tiere". Aber dabei bemerkt er in einer Anmerkung (S. 576) folgendes: „Selbsverständlich habe ich die bereits Reptilien gewordenen Vorfahren dieser Tiere im Auge; die noch früheren (amphibienartigen) Vorstufen derselben hatten vermutlich einen mehr rostral liegenden Plexus, der mit der vorderen Extremität successive caudalwärts wanderte". Dieser Prozess der caudalwärts vor sich gehenden Wanderung ist bei den höheren Reptilien weiter vorgeschritten, so dass die Crocodilier einen aus den NN. VII—XI zusammengesetzten Pl. brachialis besitzen; dementsprechend besteht ihre Halswirbelsäule aus 9 Wirbeln. Für die Ansicht, dass die amphibienartigen Vorfahren der Reptilien eine sehr kurze Halswirbelsäule besassen und dass demnach der Pl. brachialis bei ihnen sehr nahe zum Kopfe gelegen war, kann man erstens den Umstand, dass die Stegocephala einen sehr kurzen Hals (wenn man bei ihnen überhaupt von einem Halse sprechen kann) besassen und zweitens die Lage des Plexus bei den rezenten Amphibien im speziellen bei den Urodela, anführen. Bei den Amphibien setzt sich der Pl. brachialis (Fürbringer '97) folgendermassen zusammen:

Spinalnerven.	
I, II, III.	Pipa.
II, III.	Pipa indiv.
II, III, IV.	Dactyletra, die Mehrzahl der opistoglossen Anura.
III, IV.	Einzelne opistoglosse Anuren.
II, III, IV, V,	Urodela (incl. Necturus und Proteus).
III, IV, V, VI.	Necturus indiv. Proteus indiv.
II, III, IV, V,	Cryprobranchus.

Aus dieser Tabelle sieht man, dass der Plexus brachialis der Amphibien viel näher zum Kopfe liegt, als derjenige der erwachsenen Reptilien: bei den Urodelen beginnt er mit dem zweiten Spinalnerv, und nur als individuelle Variation sehen wir ihn mit dem dritten Spinalnerv anfangen [1]).

Wir sehen also, dass bei den Urodelen der Plexus brachialis im Allgemeinen dem Kopfe näher liegt als bei den Reptilien. So stehen die embryologischen Beobachtungen (Ascalabotes) in vollkommenem Einklange mit den Resultaten der vergleichend-anatomischen Forschung und wir können die „Vermutung" Fürbringers über die

---

[1]) Ein grosses Hinderniss bei der Vergleichung der Segmente der Amphibien und der Reptilien untereinander besteht in dem Umstande, dass wir nicht mit Bestimmtheit wissen, ob die Grenze zwischen Rumpf und Kopf in beiden Gruppen zwischen denselben Segmenten liegt, d. h. ob das erste Rumpfsegment der erwachsenen Amphibien auch dem ersten Rumpfsegment der erwachsenen Reptilien entspricht. Die meisten Autoren nehmen an, dass eine solche Homologie wirklich besteht, dass also der Atlas der Reptilien dem ersten Wirbel der Amphibien homolog sei. Meine Untersuchungen führten mich zu der Ansicht, dass eine solche Homologisierung nicht richtig sei (Sewertzoff, '95). Seitdem ist eine Reihe neuer tatsächlicher Befunde über die Occipitalregion der Wirbeltiere bekannt geworden (Selachier, Braus '98, '99, Knochenganoiden, Shreiner '02, Ceratodus, Sewertzoff ('02), K. Fürbringer '04, Amphibien, Platt 97, Fürbringer, M. '97), so dass eine neue Revision der Frage nötig erscheint. Wenn die von mir 1895 angenommene Homologisierung richtig ist, so würde die Grenze zwischen Rumpf und Kopf bei den amphibienähnlichen Vorfahren der Reptilien in einer Region, welche der Occipitalregion der rezenten Reptilien entspricht, liegen. An dieser Stelle lasse ich mich nicht auf eine eingehende Besprechung dieses Problems ein und stimme einstweilen der Ansicht Fürbringers (97) mit dem Vorbehalt, dass ich die Frage von der Homologisierung der Occipitalsegmente der Amnioten und Anamnier nicht als endgültig gelöst betrachte, bei.

Lage des Pl. brachialis (und der Extremität überhaupt) bei den Vorfahren der Reptilien als eine durch die embryologische Forschung bewiesene Tatsache ansehen: die Entwickelungsgeschichte erlaubt uns diesen Prozess, so zu sagen, mit eigenen Augen zu sehen und die progressiven und regressiven Veränderungen der verschiendenen Nerven- und Muskelanlagen im Detail zu verfolgen. So geben die Ontogenie und die vergleichende Anatomie uns eine übereinstimmende Antwort über die Vorgänge, die sich am vorderen Rande der Extremitätenanlage abspielen: wir können mit Bestimmtheit sagen, dass sich dieser Rand im Laufe der phylogenetischen Entwickelung caudalwärts vorschoben hat.

Anders steht es mit den Veränderungen, welche sich am caudalen (hinteren) Rande der Extremität abspielten: nach gewissenhafter Abschätzung des vorhandenen Tatsachenmaterials bezweifle ich, dass wir augenblicklich imstande sind, eine bestimmte und unzweideutige Antwort auf diese Frage zu geben.

Wir haben gesehen, dass bei den Embryonen der Reptilien (Lacerta, Ascalabotes) die Extremitätenanlage mindestens acht Segmente enthält; die vorderen von diesen Segmenten reduzieren sich im Laufe der Ontogenie, und wir haben daraus den Schluss gezogen, dass diese embryonalen Vorgänge auf das während der Phylogenie vor sich gegangenen Zurücktreten des vorderen Randes der Extremität und die Ausbildung der Halsregion hinweist. Nun haben wir die Frage zu erörtern, ob die Extremität der Vorfahren der Reptilien auch ein polymeres Gebilde war, so dass bei der Degeneration der vorderen Segmente derselben sich keine Neubildung von Segmenten an ihrem hinteren Rande vollzog, oder ob sie eine kleine Anzahl von Segmenten, wie z. B. die rezenten Amphibien, enthielt, und (entsprechend der Degeneration der vorderen Segmente) im Laufe der Phylogenie sich eine Neubildung von Extremitätensegmenten (Nerven, Muskelknospen) vollzog. Im ersten Falle hätten wir eine Konzentration im Sinne Molier's, im letzteren eine Verschiebung im Sinne Fürbringers und Braus' vor uns.

Die vergleichend-anatomische Untersuchung scheint eher zu Gunsten der Verschiebungshypothese, als zu Gunsten derjenigen der Konzentration zu sprechen. Wenn wir Ascalabotes mit Platydactylus aegyptiacus vergleichen, so finden wir, dass beim ersteren der Pl. brachialis sich aus den Nerven VI—X, beim letzteren aus den Ner-

ven V—IX zusammensetzt, wobei die Plexuswurzel V sehr reduziert ist: hier haben wir es bei Ascalabotes also mit einer wirklichen Verschiebung des Plexus um ein Segment in caudaler Richtung zu tun. Auch der Vergleich der höheren Autosaurier und der Crocodilier mit den niederen Autosauriern spricht zu Gunsten der Ansicht, dass sich der Plexus wirklich verschoben hat, d. h. dass entsprechend der Degeneration der vorderen Nerven sich neue Nerven am caudalen Rande angeschlossen haben, so dass die Zahl der Plexuswurzeln im allgemeinen konstant blieb und nur seine numerische Zusammensetzung änderte. Die nebenstehende Tabelle, die nach den Angaben Fürbringers zusammengestellt ist, erläutert das soeben Gesagte.

III, IV, V/VI, VII [1]).	Chamaeleo vulgaris.
V, VI, VII, VIII.	Heloderma suspectum.
V, VI, VII, VIII/IX.	Platydactylus aegyptiacus, Zonurus giganteus, Phrynosoma cornutum.
VI, VII, VIII/IX.	Ueberwiegende Mehrzal der kionokranen Lacertilier.
VI, VII, VIII/IX, X.	Ascalabotes fascicularis, Gecko verticillatus, Hemidactylus mabouia, Uroplates fimbriatus, Lygosoma smaragdinum, Calotes cristatellus, Agama atra, Draco lineatus, Draco volans, Sphenodon punctatus.
VI, VII, VIII/IX, X, XI.	Sphenodon punctatus.
VII, VIII/IX, X.	Draco lineatus, Draco volans.
VII, VIII, IX/X.	Agama stellio, alle untersuchten Varanidae.
VII, VIII, IX/X, XI.	Alle bisher untersuchten Crocodilier.

In Bezug auf die Zusammensetzung des Pl. brachialis der Autosaurier muss ich noch Folgendes bemerken: Fürbringer nimmt an,

[1]) Die hintere Grenze der Halswirbelsäule ist durch/bezeichnet.

dass in den Fällen, wo der Plexus brachialis mit dem fünften oder einem noch näher zum Kopfe gelegenen Nerven beginnt, dies eine sekundäre rostralwärts gehende Wanderung bezeichnet, wobei der Plexus eine von den Vorfahren schon durchlaufene Richtung wieder einschlägt. Für Platydactylus aegyptiacus bin ich auf Grund der embryologischen Untersuchung zu einem anderen Schlusse gekommen und glaube, dass die Erhaltung der Plexuswurzel V das Fortbestehen eines embryonalen Zustandes (vergl. Ascalabotes), also die Erhaltung desjenigen Zustandes, welcher bei dem nahe stehenden Ascalabotes im erwachsenen Zustande verloren gegangen ist, bedeutet. Anders kann man nach meiner Ansicht die embryologischen Befunde nicht deuten.

Es entsteht nun die Frage, ob sich nicht in den Fällen, wo wir, wie bei den Chamaeleontia, die Nerven III und IV sich an der Bildung des Plexus beteiligen sehen und wo der Plexus mit dem siebenten Nerv abschliesst und die Halswirbelsäule nur fünf Wirbel enthält, gleichfalls eine primitive Lage des Plexus erhalten hat. Wir würden dann annehmen, dass der Plexus nicht in rostraler Richtung gewandert ist, sondern dass er sich bei seiner caudalwärts gerichteten Wanderung nicht so weit, wie dies bei anderen Autosauriern der Fall war, verschoben hat. Wenn wir bedenken, dass die Chamaeleontia eine stark spezialisierte und sich von allgemeinen Autosaurierstamme früh abgezweigte Reptiliengruppe vorstellen, so erscheint diese Hypothese ziemlich wahrscheinlich: bei einseitig spezialisierten Formen findet man ja ziemlich oft neben Merkmalen, die auf eine höhere Differenzierung hinweisen, auch solche von recht primitiven Charakter. Mir scheint, dass wir bei Annahme der entgegengesetzten Auffassung, d. h. derjenigen der rostralwärts vor sich gehenden sekundären Wanderung, auf grosse Schwierigkeiten stossen: wir haben ja gesehen, wie sich die Plexuswurzeln reduzieren (p_2—p_5) und wie sich dementsprechend die Halsnerven progressiv entwickeln; wir müssen, wenn die Ansicht Fürbringers richtig ist, annehmen, dass die Extremitätenerven III, IV sich von neuem entwickelt, dass die entsprechenden Myotome von neuem Muskelknospen gebildet haben etc. und zwar dies Alles in derselben Weise, wie es bei den Vorfahren der Chamaeleontia vor sich gegangen ist. Selbstverständlich halte ich diese meine Ansicht nur für wahrscheinlicher und nicht für bewiesen: eine Bestätigung

oder Widerlegung derselben wäre von der Untersuchung der Ontogenie der Chamaeleontia zu erwarten.

Für die uns interessierende Frage wäre die Bestätigung der Annahme, dass das Verhalten des Plexus der Chamaeleontia einen primitiven Zustand darstellt, wichtig: dann hätten wir eine Reptilienform, deren Plexus primitiv gebaut ist und mit dem dritten Spinalnerv anfängt und mit dem siebenten endet, also die für die Autosaurier typische fünfzahl der Nerven aufweist und dem Kopfe sehr nahe liegt, vor uns, dies wäre ein beweiskräftiges Argument für die Verschiebungshypothese und gegen die Konzentrationshypothese.

Die Zusammensetzung des Pl. brachialis der Urodela scheint auch für die Annahme zu sprechen, dass der Pl. brachialis der „amphibienähnlichen Vorfahren der Reptilien" kein stark polymeres Gebilde war (vergl. d. Tabelle Seite 192): die grösste Anzahl der Plexuswurzeln (bei Cryptobranchus) ist fünf, also dieselbe wie bei den meisten Autosauriern, und der Plexus fängt mit dem zweiten Rumpfnerv an. Aber einiges Bedenken erweckt doch die Tatsache, dass die anderen Urodela eine kleinere Anzahl von Plexuswurzeln besitzen (4, indiv. 3), so dass wir vermuten können, dass die Zahl der Plexuswurzeln bei ihnen in Abnahme begriffen ist, da es doch ziemlich unwahrscheinlich erscheint, dass wir bei einer so niedrig stehenden Form wie Cryptobranchus eine sekundäre Zunahme der Zahl der Plexuswurzeln vor uns haben. Diese Vermutung steht in vollkommenem Einklange mit den Rusultaten, zu denen uns die Untersuchung der Entwickelung des Extremitätenskeletts der Urodela führt, dass wir nämlich hier eine ganze Reihe von Reduktionserscheinungen vor uns haben. Auch der Umstand, dass bei der Entwickelung des Muskelsystems der Aphibienextremitäten (Field, '94, E. Byrnes, '98) keine Muskelknospen nachgewiesen werden konnten, legen Zeugniss davon ab, dass bei der Entwickelung der Extremitäten der Amphibien starke sekundäre Abänderungen vor sich gegangen sind. Falls die Beobachtung von Field, dass an der Bildung der Extremitätenmuskulatur von Amblystoma mindestens sechs Somiten teilnehmen, richtig ist, so besteht bei diesem Urodel während des Embryonallebens eine polymere Anlage der Extremitätenmuskulatur, was für eine Reduktion der Zahl der Segmente bei dem erwachsenen Tier sprechen würde. Leider hat sich der Autor bei Besprechung seiner Befunde sehr kurz gefasst, so dass seine Angaben einer Nachunter-

suchung bedürfen. Es wäre für die Lösung dieser Frage höchst interessant die Entwickelung der Nerven der Urodela zu untersuchen, aber solche Untersuchungen sind, soviel ich weiss, nicht gemacht worden. So kommen wir zu dem Schlusse, dass das Verhalten des Extremitätenplexus der Urodela nicht als ein überzeugender Beweis für die Annahme gelten kann, dass der Extremitätenplexus der hypothetischen amphibienähnlichen *Vorfahren der Reptilien aus einer kleinen Anzahl von Segmenten bestand: es ist möglich, dass bei den rezenten Urodela (die wir ja allein in Bezug auf die Nerven untersuchen können) eine Reduktion der Plexuswurzeln am hinteren Rande der Extremität vor sich gegangen ist.*

Eine bedeutende Schwierigkeit für die Verschiebungshypothese besteht in dem Umstande, dass bei den Reptilien sich typisch ausgebildete Muskelsprosse und Muskelknospen an den hinteren Extremitätenmyotomen (6, 7, 8, 9) bilden. In dem Falle, wenn die Extremitätenmuskulatur der Vorfahren der Pentadactylier aus einer kleinen Anzahl von Segmenten bestand und sich caudalwärts verschob, müssen wir annehmen, dass bei den Protetrapoda diese Segmente an der Bildung der gewöhnlichen Rumpfmuskulatur teilnahmen und sich nicht an der Entwickelung der Extremitätenmuskulatur beteiligten. Bei der caudalen Verschiebung der Extremität fand (der Hypothese nach) bei diesen Segmenten ein Funktionswechsel statt, sie traten in den Dienst der Extremität und fingen an Muskelsprosse, Muskelknospen etc. zu bilden. Die Muskelknospen können wir jedoch schwerlich anders als die Muskelknospen der Selachier und Ganoiden, d. h. als Bildungen auffassen, welche in früheren Stadien der Evolution radiale Flossenmuskeln bildeten, und es tritt die Frage an uns heran, warum die sich neubildenden Muskelanlagen sich in Form segmentaler, einen anzestralen Charakter tragender Muskelsprosse und -knospen von neuem anlegen; wir wissen ja, dass die Segmentierung dieser primären Muskelanlagen auf dem Wege zur Reduktion steht. Es entsteht weiter die Frage, warum das zehnte Myotom, dessen Nerv an der Bildung der Extremität von Ascalabotes teilnimmt, keine Muskelknospe bildet? Wir wissen weiter, dass bei den Vögeln, wo die Extremität im allgemeinen weiter caudal liegt, keine Muskelknospen gebildet werden, sondern die primären Muskelanlagen sich einfach durch Auswanderung der Zellen aus den Myotomen bilden. Wenn die Beteiligung der hinteren Myotome der Reptilien-

extremität (Ascalabotes, Lacerta) eine den Reptilien eigene Neubildung ist, so wäre es, scheint es, wahrscheinlicher, wenn sich an diesen Segmenten keine Muskelknospen bildeten, sondern eine Auswanderung des Muskelmaterials stattfände. Diese Bedenken scheinen eher zu Gunsten der Annahme zu sprechen, dass bei den Vorfahren der Pentadactylier die primäre Muskulatur einen relativ polymeren Ursprung hatte, d. h. dass an ihrer Bildung sich mindestens die vordersten acht Segmente beteiligten und dass der primitive Plexus brachialis aus derselben Anzahl von Nerven bestand. Dabei bleibt Alles, was über die Prozesse, welche am vorderen Rande der Extremitäten vor sich gegangen sind gesagt wurde, stichhaltig: wir müssen unbedingt annehmen, dass der Plexus bei den Vorfahren der Pentadactylier mit dem zweiten Segment begann und dass die Extremität näher zum Kopfe lag als bei den rezenten Reptilien. Bei der Reduktion der vordersten Nerven- und Muskelsegmente der Extremität und bei der Ausbildung der freien Halsregion wanderte der Schultergürtel (und mit ihm die ganze freie Extremität) allmählich caudalwärts, und dabei verminderte sich die Anzahl der an der Bildung der Extremität beteiligten Segmente (von acht bis auf vier). Bei der weiteren caudalwärts gerichteten Wanderung der Extremität (Crocodilier, Vögel) und der mit derselben Schritt haltenden Ausbildung eines längeren Halses, beteiligten sich nach dieser Ansicht neue Rumpfsegmente an der Bildung der Extremitätenmuskulatur und an der Innervation derselben: nur bildeten hier die Myotome (Vögel) keine Muskelknospen, sondern das myogene Material wurde nach einem abgekürzten Modus durch Zellauswanderung in die freie Extremität befördert.

Wenn wir alle unsere Erörterungen über diese schwierige Frage zusammenfassen wollen, so können wir folgende Sätze aufstellen: *es ist als bewiesen zu betrachten, dass bei den Vorfahren der Tetrapoda der vordere Rand der Extremität sehr nahe zum Kopfe lag (2-tes Rumpfsegement) und dass im Laufe der Phylogenie ein caudalwärts gerichtetes Zurücktreten dieses Randes (und mit ihm des Schultergürtels) stattfand, was bei den rezenten Reptilien zur Bildung eines freien Halses führte; dabei degenerierten die vordersten Nerven- und Muskelsegmente, welche an der Innervation und an der Bildung der Extremitätenmuskulatur teilnahmen, und dementsprechend entwickelten sich andere Muskeln und Nerven progressiv;*

Anklänge an diese früheren Verhältnisse lassen sich in der Ontogenie deutlich nachweisen. Es ist wahrscheinlich, dass die Extremität der Vorfahren der rezenten Reptilien (und wahrscheinlich aller Tetrapoda) aus einer grösseren Anzahl von Segmenten, als wir bei den rezenten Reptilien (und Amphibien) vorfinden, bestand (mindestens aus acht Segmenten) und dass diese Zahl bei den rezenten Autosauriern sich durch Reduktion der vorderen Segmente vermindert hat. Es ist wohl möglich, dass bei den höheren Autosauriern, den Crocodiliern und den Vögeln, gleichfalls *ein Anschluss von Nervensegmenten am caudalen Rande der Extremität stattgefunden hat.*

In dem Falle, wenn unsere oben angeführten Erwägungen über den Pl. brachialis der Chamaeleonten richtig sind, so müssten wir demnach annehmen, dass bei den Vorfahren dieser Tierformen eine Reduktion der hinteren Wurzeln des Plexus stattgefunden hat.

Im Zusammenhange mit der Frage über die metamere Zusammensetzung der Extremität der Reptilien, soweit sich uns dieselbe durch die embryologische Untersuchung aufklärt, tritt an uns die Frage über die Metamerie der unmittelbaren fischähnlichen Vorfahren der Tetrapoda überhaupt heran. Man könnte ja denken, dass die Metamerie der Muskelknospen und Nerven uns eben die Zustände bei diesen fischänlichen Vorfahren erfassen lehrt. In der Tat ist es sehr wahrscheinlich, dass die Form der embryonalen Extremität, die Anwesenheit einer Seitenfalte, die Bildung der metameren Muskelknospen Reminiszenzen solcher fischähnlicher phylogenetischer Stadien der Tetrapodenentwickelung sind. Wie steht es nun mit der Zahl der Extremitätensegmente?

Die Extremität der Selachier wird, wie bekannt, von einer sehr grossen Anzahl von Segmenten gebildet, aber schon bei den Knorpelganoiden finden wir eine Verminderung dieser Zahl. Nach Mollier ('97) wird die Extremitätenmuskulatur der vorderen Flosse von Acipenser sturio durch 5 Muskelknospen gebildet, bei Acipenser ruthenus findet Salensky deren sechs. Bei den Teleostei beteiligt sich an der Bildung der Muskeln der Brustflosse (Corning 94, Harrison 95) nur eine kleine Anzahl von Myotomen, nicht mehr als fünf.

Ueber die Anzahl der Muskelknospen, welche zur Bildung der beiden Hauptmuskeln der Extremität von Ceratodus dienen, sind

die Autoren nicht ganz einig: nach Semon (Semon '98) beteiligen sich an der Bildung dieser Muskulatur drei Muskelknospen, und zwar die des fünften, sechsten und siebenten Myotoms; das Verhalten der Nerven schliesst seiner Ansicht nach nicht die Möglichkeit einer Teilnahme der folgenden Myotome (8, 9, 10) an der Bildung der Flossenmuskulatur aus. Salensky ('02) hat die Beobachtungen Semons insofern ergänzt, als er die Beteiligung dieser hinteren Myotome, nämlich des achten, neunten, und zehnten, an der Bildung der Flossenmuskulatur konstatiert: nach Salensky werden gleichfalls Muskelknospen an den Myotomen 6—10 gebildet, so dass sich auch seine Angaben über die vordere Grenze der Anlage der metameren Flossenmuskulatur von Ceratodus mit denen Semons nicht decken. Für unsere Zwecke haben diese Differenzen keine grosse Bedeutung: wir können sagen, dass die Zahl der Muskelsegmente, welche ursprünglich an der Entwickelung der Flossenmuskulatur von Ceratodus teilnehmen, keine grosse ist (5, vielleicht 6 Segmente). Allerdings ist die Zahl der Extremitätennerven nach Angabe Braus' grösser: er stellt fest, das die Brustflosse von Ceratodus durch Aeste von den zehn ersten Spinalnerven innerviert wird (nach seiner Bezeichnung die NN. a, b, c, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Ob die hinteren Nerven nur sensible Fasern in die Extremität entsenden, oder ob in späten Entwickelungsstadien ein Zuwachs des myogenen Materials von Seiten der entsprechenden Myotome in die Extremität vor sich geht, ist zur Zeit noch als unentschieden zu betrachten. Jedenfalls haben wir es hier mit einem sekundären Vorgang zu tun.

Ueber die metamere Zusammensetzung der Flossen der Knochenganoiden im embryonalen Zustande wissen wir nichts, so dass wir uns nur an die Segmentierung des Nervenplexus halten können. Bei Amia finden Fürbringer (95) und Braus ('00) neun Wurzeln des Plexus brachialis (Fürbringer: b, c, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Braus: c, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11; der Unterschied beruht nach Braus auf individueller Variation); bei Lepidosteus findet Fürbringer sechs Plexuswurzeln (a, b, c, d, 5, 6); bei Polypterus sind es nach Braus sieben Spinalnerven, welche Aeste zur Bildung des Pl. brachialis abgeben (b, (2), 3, 4, 5, 6, 7).

Wir sehen, dass sich, abgesehen von den Selachiern, bei den Vertretern der niederen Fische im allgemeinen keine sehr grosse Zahl von

Segmenten an der Bildung der Extremität beteiligen: selbst wenn wir uns an die Nerven, deren Zahl gewöhnlich etwas grösser ist als diejenige der Myotomsprosse halten, überschreitet diese Zahl nur um weniges diejenigen, welche wir bei den Embryonen der Pentadactylier antreffen.

Wenn wir also aus dem Bau der Extremitäten der Ganoiden und Dipnoer Schlüsse über die metamere Zusammensetzung der Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier ziehen wollten (was meiner Ansicht nach nur mit gewissen ziemlich bedeutenden Einschränkungen geschehen kann), so müssten wir annehmen, dass die Extremitäten der Vorfahren der Tetrapoda sich aus einer Extremitätenform, welche aus einer nicht sehr grossen Anzahl von Segmenten bestand, entwickelt haben: die Verminderung der Zahl der Segmente würde sich schon bei den gemeinsamen Vorfahren der Ganoiden und Dipnoern vollzogen haben. Wir nehmen also an, dass bei den Protetrapoda 1. der Schultergürtel in unmittelbarer Nähe des Hinterkopfes lag und 2. dass im Vergleich zu den rezenten Amphibien und Reptilien die Extremität eine polymere Bildung war und nicht weniger als acht Nerven- resp. Muskelsegmente enthielt. Von diesem Zustande ausgehend, hat die phylogenetische Entwickelung bei den Amphibien und Reptilien verschiedene Wege eingeschlagen: bei den Amphibien hat der Schultergürtel seine primitive Lage in der Nähe des Kopfes beibehalten und es haben sich die caudalen Segmente des polymeren Plexus reduziert (Segm. VII, VIII, IX), bei den Reptilien dagegen wanderte der Gürtel und mit ihm auch die freie Extremität in caudaler Richtung und es entwickelte sich ein frei beweglicher Hals und dementsprechend reduzierten sich die vorderen Extremitätensegmente.

Wir haben uns bis jetzt bei den frühen Entwickelungsstadien der Extremitätenmuskeln und -nerven aufgehalten. Jetzt müssen wir sehen, ob nicht die späteren Entwickelungsstadien dieser Gebilde uns Schlüsse über Evolution der Extremitäten der Tetrapoda zu ziehen erlauben.

Erstens ist die Lage der Extremitätenleiste bei den Embryonen der Reptilien bemerkenswert: wir haben schon in dieser Arbeit mehrere Male betont, dass die Extremitätenleiste in den frühen Entwickelungsstadien eine horizontale Lage einnimmt, d. h. in der Frontalebene des Körpers liegt, und demnach könnten wir die bei-

den primären Muskelanlagen der freien Extremität als „dorsale“ und „ventrale“ Anlagen bezeichnen. Wie steht es mit der Lage der Brustflossen (und der beiden Hauptmuskeln derselben) bei den Fischen? Wie bekannt, haben die Brustflossen bei den Selachiern und Knorpelganoiden eine horizontale Lage und demnach bezeichnet Braus ('00) die Hauptmuskeln der Brustflossen als „dorsale“ und „ventrale“. Bei den Ganoiden, Dipnoern und Teleostiern hat die Flosse eine mehr oder weniger schiefe Lage zur Körperaxe, welche in einigen Fällen sich in eine vertikale Lage umwandeln kann; dabei sieht der vordere (rostrale Rand der Brustflosse) in dorsaler, der hintere (caudale) in ventraler Richtung, so dass die Hauptmuskeln als „dorsomedianer“ (ev. medianer) und „ventrolateraler“ (lateraler) bezeichnet werden müssen. Wenn wir uns diese Lageveränderung als eine Drehung der Flossenbasis vorstellen, so können wir sagen, dass bei den Brustflossen der Fische der vordere Rand der Flosse sich hebt, der hintere sich dagegen senkt; wir wissen, dass sich bei den Tetrapoda während der Emoryonalentwickelung gleichfalls eine Lageveränderung der Anlage der vorderen Extremität, jedoch in umgekehrter Richtung, vollzieht: der hintere Rand der Extremität des Embryos wird zum dorsalen des Erwachsenen, der vordere zum ventralen, und infolgedessen waren wir genötigt die Bezeichungen „dorsolateral“ und „ventromedian“ für die Muskelanlagen für spätere Entwickelungsstadien einzuführen.

Bei den Embryonen der Fische haben die Extremitätenleisten gewöhnlich eine horizontale Lage, welche sich im Laufe der Entwickelung verändert [1]). Hieraus müssen wir, wie mir scheint, schliessen, dass die horizontale Stellung der Flossen einem primitiven Zustand entspricht, welcher sich bei den Selachiern und Knorpelganoiden erhalten hat, bei den übrigen Fischen dagegen mehr oder weniger verloren gegangen ist und sich nur im embryonalen Zustande erhält.

Aus der Form und dem Bau der embryonalen Extremitätenanlagen der Reptilien lässt sich der Schluss ziehen, *dass die Extremitäten der Tetrapoda sich aus einer Flosse entwickelt haben;* aus der

---

[1]) Nach den Beobachtungen Salensky's hat die Extremitätenleiste bei Ceratodus, ebenso wie bei den anderen Fischen, eine horizontale Stellung (Salensky '99, Fig. 17).

Stellung derselben können wir meines Erachtens keinen anderen Schluss ziehen, als den, *dass die Vorfahren der Pentadactylier sich von Fischformen abgezweigt haben, die noch die primitive Stellung der Flosse besassen, die also viel primitiver waren, als alle diejenigen Formen, bei denen die Flosse eine schiefe Stellung eingenommen hat.* Dasselbe bezieht sich selbstverständlich auch auf die Lage der beiden primären Muskelanlagen. Mit anderen Worten, wenn wir auf Grund des Baues der Ganoiden oder Dipnoer irgendwelche Schlussfolgerungen auf die Phylogenie der pentadactylen Extremität machen wollen, so müssen wir in Betracht ziehen, dass die fischähnlichen Vorfahren der Tetrapoda sich aus einer Form entwickelt haben [1]), welche einen viel primitiveren Bau besass als die uns bekannten Formen der Erwachsenen niederen Fische.

Wir haben in dem beschreibenden Teil dieser Arbeit gesehen, dass die von metamer angeordneten Muskelknospen stammenden primären Anlagen der Muskulatur von Ascalabotes keinerlei Zeichen einer Metamerie offenbaren: zuerst bestehen sie aus einer einheitlichen Mesenchymschicht, später aus Schichten embryonaler Muskelfasern, welche keine Zeichen irgend welcher Segmentierung aufweisen. Doch haben wir gesehen, dass in gewissen Entwickelungsstadien diese embryonalen Muskelfasern eine charakteristische fächerartige

---

[1]) In Bezug auf die Form der Extremitätenanlagen der Tetrapoda sei noch Folgendes bemerkt. Bei den Urodela bilden sich keine flossenförmigen Extremitätenleisten, wie dies bei den Reptilien der Fall ist, sondern stummelförmige Auswüchse, aus denen später die Finger hervorwachsen, und dieser Umstand wurde von einigen Autoren zu Gunsten der Hypothese gedeutet, dass die Extremitäten der Tetrapoda von solchen Formen abstammen, die nach dem bei Protopterus vorkommenden Typus gebaut waren. Meiner Ansicht nach steht dieser Entwickelungsmodus mit den übrigen Tatsachen, welche die Entwickelung der Urodelenextremitäten während früher Stadien charakterisieren, nämlich mit dem Fehlen der Muskelknospen der Myotome, der Entwickelung der Muskeln und des Skeletts aus einer in frühen Stadien einheitlichen Mesenchymanlage etc., in vollem Einklange und weist nur darauf hin, dass wir es bei den Urodela mit einem stark abgekürzten Entwickelungsgang der Extemitäten zu tun haben. Wenn wir die unverkennbare Aehnlichkeit zwischen den Extremitätenanlagen der Reptilien und den embryonalen Fischflossen in Betracht ziehen, so sehen wir, dass der Versuch den erwähnten Befunden der Urodelenentwickelung eine phylogenetische Deutung zu geben, uns zu der Annahme führen muss, dass die Reptilien und die Amphibien von verschiedenem fischförmigen Vorhahren mit verschieden gebauten Extremitäten abstammen; dazu haben wir jedoch zu wenig Gründe.

Anordnung zeigen (vergl. Fig. 15 und 16): diese Anordnung finden wir sowohl in der dorsalen, als auch in der ventralen Muskelanlage der Extremität von Ascalabotes wieder. Auch die kurze, flache und breite Form der Muskelanlagen (Fig. 15, 16), die halbkreisförmige Gestalt ihrer distalen Partie verdienen unsere Beachtung, ebenso wie der Umstand, dass die beiden Anlagen, die dorsale und die ventrale, streng auf die entsprechenden Flächen des Extremitätenskelettes angewiesen sind: wir finden in den frühen Stadien kein Uebergreifen der dorsalen Anlage auf die ventrale Seite oder umgekehrt, wie es bei dem erwachsenen Tiere vorkommt; die beiden Anlagen sind topographisch streng von einander geschieden. Hier haben wir eine Reihe von Merkmalen, welche die Extremität des Embryos von derjenigen des erwachsenen Tieres unterscheiden, vor uns.

Wenn wir nach Vergleichungsobjekten unter den niedriger stehenden Wirbeltieren suchen, so kommen in erster Linie die niederen Fischextremitäten in Betracht, da die soeben aufgezählten Merkmale eher für die Muskeln eines Pterygiums, als für die eines Chiridium bezeichnend sind.

Wenn wir die Form und Lage der Muskelanlagen und die Anordnung der Muskelfasern in der freien Extremität von Ascalabotesembryonen während der in Rede stehenden Stadien mit den Verhältnissen, welche wir bei den Haien vorfinden, (die Rochen mit ihren breiten Flossen und ihrer grossen Segmentzahl kommen hier als Vergleichnungsobjekt nicht in Betracht) vergleichen, so tritt uns im allgemeinen eine grosse Aehnlichkeit entgegen. Ein bedeutender Unterschied besteht aber darin, dass die Extremitätenmuskeln der Selachier segmentiert sind und sich aus gesonderten Musculi radiales zusammensetzen, während dagegen die Muskelanlagen der Reptilien keine Spuren einer solchen Segmentierung aufweisen.

Noch grösser ist die Aehnlichkeit der embryonalen Muskelanlagen von Ascalabotes mit den Hauptmuskeln der Knorpel- und Knochenganoiden: abgesehen davon, dass die Form und die Lage der Muskeln in Bezug auf das Extremitätenskelett dieselbe ist, finden wir bei den Reptilienembryonen dieselbe fächerförmige Anordnug der Muskelfasern, welche für die beiden Hauptmuskeln der Acipenseriden und von Polypterus (in der vorderen Flosse) im erwachsenen Zustande bezeichnend ist.

Ein anderes Merkmal, auf das ich bei Beschreibung der frühen Entwickelungsstadien von Ascalabotes hingewiesen habe, müssen wir bei diesen Vergleichungen in Betracht ziehen, die Tatsache nämlich, dass die primären Muskelanlagen während dieser Stadien lange Zeit hindurch nur auf die freie Extremität beschrenkt bleiben und nur verhältnissmässig spät in die Rumpfregion hineinwachsen. Bei den niederen Fischgruppen finden wir, dass die beiden Hauptmuskeln sich proximal an den Schultergürtel inserieren, aber nicht weit in die Region des Rumpfes hineinragen: sie häufen sich in der Nähe (dorsal und ventral) der Verbindungsstelle der Basalia des Pterygiums mit dem Schultergürtel an, so dass die Hauptmasse eines jeden der beiden Muskeln im Bereiche der freien Extremität liegt. Bei den erwachsenen Tetrapoda dagegen sind die Muskeln, welche das Stylopodium mit der dorsalen (Scapula) und der ventralen Partie (Coracoid) des primären Schultergürtels verbinden, stark entwickelt und ragen weit in die Rumpfregion hinein; wie wir gesehen haben, stammen diese Muskeln von den beiden primären Muskelanlagen.

Die Embryonen der Reptilien (Ascalabotes) wiederholen also in gewissen Stadien den Zustand, den wir bei den erwachsenen Selachiern und Ganoiden vorfinden: die Muskelanlagen liegen hauptsächlich im Bereiche der freien Extremität.

Wir finden also, dass in einer ganzen Reihe von Merkmalen die embryonalen Muskelanlagen der Reptilienextremitäten den beiden Hauptmuskeln der erwachsenen niederen Fische ähnlich sind. Wenn wir das von uns Gesagte genauer ausdrücken wollen, so können wir sagen, dass die allgemeine Lage und die Lagebeziehungen der Muskelanlagen der Reptilienembryonen zum Skelett dieselben sind, wie bei den Selachiern und Knorpelganoiden, die Form und allgemeine Verteilung der Muskelfasern ist derjenigen der Knorpelganoiden und des Polypterus ähnlich, die Lagebeziehungen der Muskelanlagen zum Skelett der freien Extremität und des Schultergürtels sind dieselben wie bei den Selachiern und Knorpelganoiden.

An dieser Stelle muss ich, um Missverständnissen vorzubeugen, zwei Bemerkungen einschalten: erstens, dass wenn wir von „Aehnlichkeiten“ zwischen den Embryonen der Reptilien und den erwachsenen niederen Fischen sprechen, selbstverständlich nur von Verhältnissen allgemeiner Natur die Rede sein kann, d. h. von

Aehnlichkeiten in der allgemeinen Form und den Lagebeziehungen der verschiedenen Teile der Extremitäten zueinander; wir können aber nicht erwarten, in frühen Entwickelungsstadien Zügen spezieller Natur zu begegnen. Wir wissen z. B., dass die Muskelknospen der Knorpelganoiden und der Teleostier sich in manchen Beziehungen von den Muskelknospen und von den aus denselben entstehenden Radialmuskeln der Selachier unterscheiden: aber diese Gebilde durchlaufen ähnliche Entwickelungsstadien und aus dieser Aehnlichkeit schliesen wir, dass die Vorfahren der Ganoiden und Teleostier metamere Radialmuskeln besassen und dass im Laufe der Evolution diese Metamerie verloren gegangen ist. Es bestehen ebenfalls grosse Unterschiede im Bau der Segmente der vorderen Körperpartie von Amphioxus und den rudimentären Mesodermsegmenten des Kopfes eines Selachier- oder Neunaugenembryos, aber aus der Aehnlichkeit der Anlagen, aus denen sich diese Segmente entwickeln und aus den allgemeinen Aehnlichkeit in Form und Lage der Segmente ziehen wir den Schluss, dass die Vorfahren der Kranioten bei ihrer Phylogenie ein Akranierstadium durchlaufen haben. Ebensolche allgemeine Aehnlickeiten hatten wir soeben im Auge: wir wissen zwar, dass grosse Unterschiede zwischen den Embryonen der Pentadactylier und den erwachsenen Fischen bestehen: so begegnen wir z. B. bei den Fischen charakteristischen Insertionen der Muskeln des Pterygiums, bestimmten Beziehungen zwischen den Muskeln und Skelettelementen, welche bei den Reptilienembryonen nicht vorhanden sein können (z. B. die Insertion der MM. zonokeratoidei); bei den Embryonen finden sich während der in Rede stehenden Stadien gar keine Insertionen vor und doch lässt sich, trotz dieser Differenzen, eine gewisse Aehnlichkeit in der Entwickelung erkennen: wir wissen, dass die betreffenden Anlagen (Hauptmuskeln der Fische und primäre Muskelanlagen der Reptilien) sich aus denselben primitiven Anlagen des Embryos (Muskelknospen etc.) entwickeln und dass der allgemeine Entwickelungsgang bei den Fischen und den Amnioten derselbe ist; ausserdem lässt sich eine Reihe von gemeinsamen Merkmalen gewisser Stadien der Reptilienextremität und den Extremitäten der erwachsenen Fische nachweisen: alle diese Gründe berechtigen uns, wie mir scheint, aus diesen embryonalen Merkmalen phylogenetische Schlüsse zu ziehen.

Im Vorhergehenden haben wir den Bau der embryonalen vorderen

Extremitäten von Ascalabotes mit dem Bau der Brustflossen erwachsener Palaeichtyes verglichen. Wir können aber einen etwas anderen Weg einschlagen und den Bau der embryonalen Extremitäten der Reptilien mit den entsprechenden Stadien der Extremitäten der Fische vergleichen. Ein solcher Vergleich führt uns zu Resultaten, welche die soeben gezogenen Schlussfolgerungen ergänzt. Wenn wir die Selachier und speziell die Squaloidei in Betracht ziehen, so finden wir, dass die Entwickelung der Muskeln der vorderen Extremität primitivere Züge aufweist, als dies bei den Reptilien der Fall war: die metamere Anordnung der embryonalen Muskelanlagen—der Muskelknospen—ist viel deutlicher ausgeprägt und dieselben verwandeln sich unmittelbar in die metameren Musc. radiales. Die Lagebeziehungen der embryonalen Muskelanlagen der Selachier zu dem Skelett und die allgemeine Form derselben ist derjenigen, welche wir bei den Reptilien antreffen, abgesehen von der Metamerie, im allgemeinen ähnlich. Die definitive Differenzierung ist hier einerseits eine histologische und besteht andererseits darin, dass die Muskelanlagen in bestimmte, im allgemeinen nicht sehr komplizierte Beziehungen zum Skelett treten.

Bei den Ganoiden (Acipenser) ist die primäre Metamerie der Flossenmuskelanlagen weniger deutlich ausgebildet und in dieser Beziehung stehen sie den Reptilien näher als die Selachier; wie dies schon von Mollier konstatiert wurde. Auch verschwindet diese Metamerie in gewissen Entwickelungsstadien der Flossenmuskeln von Acipenser sturio (Mollier '97), und es besteht in diesen Stadien sowohl in Lage und Form der Muskelanlagen, als in der Verlaufsrichtung der Muskelfasern eine grosse Aehnlichkeit zwischen Acipenser und den Reptilien, wie sich dies leicht aus dem Vergleich der Abbildungen Mollier's mit der meinigen ersehen lässt. Auch fehlen in diesen embryonalen Stadien die Differenzen, welche den Vergleich der Embryonen mit den erwachsenen Tieren erschweren. Die Anlagen der Hauptmuskeln haben in diesen Stadien noch nicht ihre speziellen, für die Ganoidenextremitäten charakteristischen Beziehungen zu dem Skelett gewonnen, haben sich also noch nicht in MM. zono-keratoidei, zono-pterygiales etc. differenziert, diese Differenzierung vollzieht sich bei ihnen in späteren Entwickelungsstadien.

Wir könnten also auf Grund dieser Bemerkungen sagen, *das*

die Extremitätenmuskulatur der Knorpelganoiden und der Reptilien während ihrer embryonalen Entwickelung eine Reihe von gemeinsamen Stadien durchläuft, dass aber die Entwickelung bei den Acipenseriden bald ihren Abschluss findet und zum Zustand des erwachsenen Tieres führt, während bei den Reptilien die Stadien, welche sich denen der erwachsenen Acipenseriden (wir haben hier nur den Extremitätenbau im Auge) nähern, den Anfang einer noch langen, aufsteigenden Reihe von Formveränderungen bilden.

Eine zweite Tatsache, auf die ich die Aufmerksamkeit des Lesers lenken möchte, ist die, dass bei der Vergleichung der Muskelanlagen der Reptilienembryonen mit der Muskulatur der Flossen der Palaeichtyes, wir die Reptilienembryonen (in dieser speziellen Beziehung) nicht mit einer bestimmten Fischform vergleichen können, sondern nur Zügen begegnen, welche einer ganzen Reihe von niederen und in vielen Beziehungen weit von einander entfernten Fischformen gemein sind. Dieses Resultat stimmt vollkommen mit dem, was über die Lage der Extremitäten und der Extremitätenanlagen in Bezug auf die Körperaxe gesagt werden kann überein. Wir müssen nämlich nicht vergessen, dass wenn wir die Flossen der rezenten Palaeichtyes untersuchen, wir spezialisierte Organe vor uns haben, während die Verhältnisse, welche wir bei den Embryonen der Pentadactylier vorfinden, auf den Bau der gemeinsamen Stammform, von der sich die Vorfahren der rezenten niederen Fische und der Tetrapoda abgezweigt haben, hinweisen. Mit anderen Worten müssen wir stets im Auge behalten, dass eine jede der uns bekannten Formen der Palaeichtyes seine eigene spezielle phylogenetische Entwickelung durchgemacht hat, welche ihrer Organisation ein besonderes Gepräge verleiht.

Bei unserer Erörterung haben wir bis jetzt die Flossen der Dipnoer nicht in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen. Wenn wir die beiden Hauptmuskeln von Ceratodus und ihre Beziehungen zum Extremitätenskelett betrachten, so begegnen wir einer allgemeinen Aehlichkeit mit den in Rede stehenden Stadien der Pentadactylierembryonen (Ascalabotes), welche weniger bedeutend erscheint als die zwischen den Knorpelganoiden und Polypterus und den embryonalen Extremitäten der Reptilien. Der Stellung der Extremitäten bei den Reptilienembryonen und bei Ceratodus und der Lage der Muskelanlagen in derselben ist bereits oben erwähnt worden (horizontale

Stellung, dorsale und ventrale, später dorsolaterale und ventromediane Muskelanlagen bei den Reptilien, schiefe Stellung der Extremitäten, dorsomedianer und ventrolateraler Muskel bei Ceratodus). Ein Unterschied besteht jedoch darin, dass bei Ceratodus eine ihm eigene, nach entwickelungsgeschichtlichen Befunden sekundäre Metamerie der Flossenmuskulatur, welche der Metamerie der Skelettaxe entspricht, besteht: eine solche Metamerie treffen wir bei den Embryonen der Reptilien nicht an. Auch glaube ich nicht, dass man diese Metamerie der von einer Inscriptio tendinea zum anderen ziehenden Muskeln von Ceratodus mit der Verteilung der von einem Glied zum anderen ziehenden Muskeln der Extremität der Tetrapoda vergleichen kann. Braus ('00) hat den Versuch gemacht, die Muskeln der Pentadactylier von denjenigen des Ceratodus abzuleiten: „bei den Pentadactyliern dagegen ist ein reiches und mannigfaltiges System von Muskeln vorhanden, welche nicht nur mit ihren Ursprüngen, sondern auch mit ihren Insertionen Angriffspunkte am inneren Skelett besitzen. Dadurch wird überhaupt erst die fünfzehige Extremität zu dem komplizierten, mehrarmigen Hebelsystem, welches sie zur Bewegung auf dem Lande befähigt. An Stelle der langen Muskeln der Selachier- und Ganoidenflosse sind viele kurze Muskeln getreten, welche möglichst nur ein Gelenk überspringen und Knochen gegen Knochen bewegen können.

Bei Ceratodus ist aber, besonders an den praeaxialen Radien, dieselbe Differenzierung von Muskeln, welche am inneren Skelett inserieren, im Gange, wie dei den Amphibien. Nur ist die Spezialisierung keine so beträchtliche; denn die oberflächlichen, am äusseren Flossenskelett inserierenden Muskeln sind noch ziemlich zahlreich".

Hier scheint Braus bei seiner Vergleichung die MM. zonokeratoidei und pterygiales proprii im Auge zu haben, da diejenigen Muskelzüge, welche sich bei Ceratodus von einer Inscriptio tendinea zur anderen erstrecken und also keine unmittelbaren Beziehungen zum Skelett haben, keine Homologa in der Extremität der Pentadactylier besitzen. Der Umstand, dass in den Extremitäten von Ceratodus Muskeln vorhanden sind, welche nach demselben Prinzip wie die Muskeln der Pentadactylier funktionieren, erscheint wichtig; doch erscheint es nicht wahrscheinlich, dass diese Muskeln so gedeutet werden können, als spräche ihre Anwesenheit für die Abstammung der Pentadactylier von ceratodusähnlichen Formen.

Diese Muskeln stehen offenbar mit dem Verhalten des Skelettes, d. h. damit im Zusammenhange, dass die einzelnen Parameren desselben eine freiere Beweglichkeit, als es gewöhnlich bei den Fischen der Fall ist, aufweisen. Bei Ceratodus sind diese Muskeln im Vergleich zu den übrigen Muskeln der vorderen Extremität nur schwach ausgebildet, so dass die Frage, ob wir es nicht mit einer Neuerwerbung der Dipnoerextremität zu tun haben und ob diejenigen Vorfahren der Dipnoer, von denen sich der Hypothese nach die Vorfahren der Pentadactylier abgezweigt haben, solche Bildungen besessen haben, vollkommen berechtigt erscheint.

Wir haben gesehen, dass wir allen Grund haben anzunehmen, dass die Pentadactylier von solchen fischähnlichen Urformen abstammen, deren Flosse eine horizontale Stellung besassen; wir müssen also annehmen, dass zu der Zeit, als die Extremität der Protetrapoda sich aus der nach dem Ceratodustypus gebauten Flosse zu entwickeln begann, diese letztere noch eine horizontale Stellung einnahm. Es erscheint sehr fraglich, ob bei dieser Stellung die Extremität der Vorfahren der Dipnoer ihre jetzige Stützfunktion und den dementsprechenden Bau, speziell die Beweglichkeit der Parameren besass?

Die Tatsache, dass die Brustflosse der Dipnoer und die vordere Extremität der Pentadactylier Drehungen in entgegengesetzten Richtungen erfahren haben (bei den Dipnoern wurde der vordere Rand der Extremität zum dorsalen Rande, bei den Pentadactyliern der hintere) zeigt, dass diese Formen sich jedenfalls lange Zeit in divergenten Richtungen entwickelt haben [1]). Damit will ich das Faktum der allgemeinen Aehnlichkeit, welche zwischen der Muskulatur der Flossen von Ceratodus und den Muskelanlagen der Pentadactylier besteht, nicht in Abrede stellen. Ich will nur sagen, dass meiner Ansicht nach die Aehnlichkeit zwischen Ceratodus und den Pentadactyliern in dieser Beziehung nicht grösser ist, als zwischen den übrigen Palaeichtyes und den Pentadactyliern, vielleicht eher gerin-

---

[1]) Der von Braus durchgeführte Vergleich der vorderen Extremität der Pentadactylier mit der hinteren von Ceratodus kann selbstverständlich nur als eine bildliche Darstellung angesehen und so gedeutet werden, dass bei den hypothetischen Vorfahren der Pentadactylier die vordere Extremität in derselben Weise ihre Stellung verändert hat, wie die hintere bei Ceratodus.

ger, da das Vorhandensein der metameren Inscriptiones tendineae der Dipnoerflossen ein Merkmal ist, welches weder bei den Embryonen, noch bei den erwachsenen Tetrapoda vorkommt. Die von Braus konstatierte Aehnlickeit zwischen der Muskulatur der Tetrapoda und des Ceratodus möchte ich demnach als eine Konvergenzerscheinung ansehen.

Manche Forscher sind der Ansicht, dass das Extremitätenskelett der Pentadactylier von einer nach dem Ceratodustypus gebauten Flossenform abzuleiten ist. Auf diese Ansicht werden wir noch bei der Besprechung des Extremitätenskeletts näher zurückkommen, jetzt aber will ich nur sagen, dass selbst, wenn diese Ansicht richtig ist, wir allen Grund haben anzunehmen, dass die Extremitäten der gemeinsamen Vorfahren der Tetrapoda und Dipnoer wahrscheinlich einen viel indifferenteren Bau besassen und mehr Aehnlickeit mit den Extremitäten der primitiven Selachier zeigten als die Extremitäten der rezenten Dipnoer, welche einen hohen Grad der Spezialisierung besitzen, was sich auch in ihrer Entwickelung kundgiebt [1]). Dieser Schluss steht in vollkommenem Einklange mit den Resultaten meiner Untersuchungen (Sewertzow 02) über die ontogenetische Entwickelung des Schädels von Ceratodus: ich fand nämlich, dass das embryonale Cranium von Ceratodus dem embryonalen Cranium der Amphibien sehr ähnlich ist, dass aber die weitere Entwickelung bei den Dipnoern und den Amphibien divergente Richtungen einschlägt, so dass der Schädel des erwachsenen Ceratodus als ein eigenartig und einseitig spezialisiertes Gebilde angesehen werden muss.

Ich glaube, dass die Resultate, zu denen wir auf Grund dieser Vergleiche zwischen den embryonalen Extremitäten der Tetrapoda (Reptilien) und den Flossen der Fische kommen, sich in folgender Weise zusammenfassen lassen: die Muskeln der freien Extremität der Reptilien (Ascalabotes) durchlaufen bei ihrer ontogenetischen Entwickelung Stadien, in denen die Muskelanlagen ihrer Lage, Form und Verteilung der Muskelfasern nach, ein Verhalten aufweisen, wel-

---

[1]) In der Frage über die Bedeutung der ontogenetischen Entwickelung der Ceratodusflosse muss ich mich der Meinung Salensky's ('99), dass „die Flosse von Ceratodus eine von dem allgemeinen Fischtypus abweichende Form des Ichtyopterygiums vorstellt" anschliessen.

ches den Zuständen, denen wir bei den niederen Fischen begegnen, in manchen Beziehungen sehr ähnlich ist; dabei können wir aber die embryonalen Extremitäten der Reptilien nicht mit einer bestimmten Extremitätenform der Fische vergleichen, sondern die Aehnlichkeit begreift Merkmale in sich, welche einer ganzen Reihe von Palaeichtyes gemeinsam sind. Wenn wir diesen Aehnlichkeiten eine phylogenetische Deutung geben wollen, so müssen wir sagen, dass die Vorfahren der Tetrapoda bei ihrer Entwickelung aus fischähnlichen Formen ein Stadium durchlaufen haben, welches sich durch folgende Merkmale charakterisieren liesse: *Die vorderen Extremitäten waren breite und flache Flossen, die sich mit ihrer breiten Basis der Körperseite anhefteten und eine horizontale Stellung einnahmen. Die beiden Hauptmuskeln, der dorsale und der ventrale, waren hauptsächlich auf die freie Extremität beschränkt und erstreckten sich nur sehr wenig in die Rumpfregion hinein. Die beiden Hauptmuskeln waren breit und verhältnissmässig kurz und flach, bestanden nicht aus metameren MM. radiales, sondern waren einheitliche Muskelschichten und die Muskelfasern in denselben besassen eine fächerförmige Anordnung.* Wenn diese Deutung der Tatsachen richtig ist, so müssen wir annehmen, dass die Pentadactylier von einer Fischform abstammen, welche in Bezug auf den Bau der Extremitäten höher stand als die Selachier und bei denen die metamere Anordung der Musculi radiales schon verloren gegangen war. Auch sprechen diese Tatsachen gegen die Hypothese Rabls, dass die Extremitäten der Pentadactylier sich aus pfriemenförmigen, nach dem Protopterustypus gebauten Flossen entwickelt haben; auf Grund des Baues der Extremitätenleisten und der Entwickelung der Muskeln haben wir allen Grund anzunehmen, dass die anzestralen Formen der Pentadactylier verhältnissmässig breite, flossenförmige Extremitäten besessen haben. Diese Tatsachen sprechen nicht unmittelbar gegen die Annahme, dass die Extremitäten der Pentadactylier und Dipnoer (Ceratodus) sich von einer gemeinsamen Stammform entwickelt haben, führen jedoch zu der Ansicht, dass dieser hypothetischen Stammform eine ganze Reihe von Merkmalen fehlte, welche die Flosse von Ceratodus charakterisieren (sekundäre Metamerie der Muskeln, Stellung der Flosse).

Die späteren Stadien der ontogenetischen Entwickelung der Muskeln der Reptilienextremitäten weisen uns deutlich den Weg, den

die Differenzierung der Pentadactyliermuskulatur während ihrer phylogenetischen Entwickelung eingeschlagen hat und ändern manches in den landläufigen Ansichten über diese Entwickelung. Gegenbaur giebt in der letzten Ausgabe seines Lehrbuches ('98) folgendes Bild der Entwickelung der Extremitätenmuskeln: „Die auf die Flosse getretene Muskulatur, welche beide Flächen der ersteren bekleidet, stellt nur einen Teil der Gliedmassenmuskeln dar, ein anderer bleibt im Rumpfe und tritt zum Gliedmassengürtel, von wo aus vielleicht in höheren Abteilungen neue, auf die freie Gliedmasse übertretende Differenzirungen ausgehen, in Beziehung. Wir unterscheiden daher die gesammte Gliedmassenmuskulatur in die der freien Gliedmasse angehörige und in jene, welche dem Gürtel zugeteilt ist". Wie aus der eben angeführten Darstellung Gegenbaurs ersichtlich, nimmt er an, dass nur die Muskulatur der freien Gliedmassen aus den Muskelknospen entsteht, die Schultermuskeln sind dagegen seiner Ansicht nach alle Differenzierungen der Rumpfmuskulatur. Er nimmt an, dass dieselben sich allmählich aus der allgemeinen Rumpfmuskulatur herausdifferenziert haben und in Beziehungen zu dem Schultergürtel und zum proximalen Abschnitt der freien Extremität getreten sind. Ueber die Schultermuskeln der Amphibien sagt er ausdrücklich, dass (abgesehen von den dem Vagusgebiete angehörigen Muskeln, Trapezius, Interscapularis etc.) die übrigen Schultermuskeln ausschliesslich Abkömmlinge des ventralen Seitenrumpfmuskels sind und führt einige von diesen Muskeln an: den Levator scapulae, den Serratus, den Latissimus dorsi, den Dorsalis scapulae, Subcoracoscapularis, Pectoralis etc. Seiner Ansicht nach sind diese Muskeln „Abkömmlinge des ventralen Seitenrumpfmuskels". Der Leser, der den tatsächlichen Teil dieser Arbeit gelesen hat, wird leicht einsehen, dass diese Auffassung mit den Tatsachen, welche uns die Entwickelungsgeschichte giebt, nicht im Einklange steht. Dabei müssen wir bemerken, dass der Grundgedanke, dass die Extremität der Pentadactylier einen sekundären Zufluss aus der Rumpfmuskulatur erhalten hat, dem Tatbestand entspricht, die Einteilung der Muskeln jedoch nicht richtig ist; die wichtige Tatsache der Wanderung der Muskeln der freien Extremität in die Rumpfregion ist nicht bekannt, und darum sind Muskeln, welche onto- und phylogenetisch ganz verschiedenen Ursprungs sind, in eine Gruppe zusammengeworfen, wie z. B. die Serratusmuskulatur und der Latissimus dorsi.

Unsere Ansicht über die Klassifikation der Muskeln der Pentadactylier haben wir oben dargelegt: sie unterscheidet sich von der Gegenbaurs dadurch, dass wir seine Schultermuskeln ihrer Genese nach in zwei Gruppen teilen: 1) die primären und 2) die sekundären Muskeln; die ersteren sind ihrem Ursprunge nach Derivate der Muskulatur der freien Extremität, während die zweiten genetisch zur Seitenrumpfmuskulatur gehören. Anatomisch werden die sekundären Muskeln dadurch charakterisiert, dass sie Beziehungen zum Schultergürtel, nicht aber zur freien Extremität zeigen und durch die NN. thoracici (superiores und inferiores) innerviert werden; die primären Muskeln stehen zu den Skelettelementen der freien Extremität in Beziehung (inserieren zum mindestens an denselben) und werden von Nerven, welche aus den beiden Hauptplexus entspringen, innerviert.

Auf Grund der uns bekannten entwickelungsgeschichtlichen Daten können wir uns die phylogenetische Entwickelung der Muskulatur der Pentadactylier auf folgende Weise vorstellen: es ist, wie wir gesehen haben, wahrscheinlich, dass die beiden Hauptmuskeln der freien Extremität der noch fischähnlichen Vorfahren der Tetrapoda kurz und breit waren, eine fächerförmige Anordnung besassen, an der dorsalen und ventralen Seite des Pterygiums lagen und dass ihr Ursprung vom Schultergürtel nur eine beschränkte Region in der Nähe (dorsal und ventral) der Angliederungsstelle der freien Extremität an den Schultergürtel einnahm. Beim Wechsel des Bewegungsmodus während der allmählichen Verwandlung der Flosse in die Extremität der sich auf dem Lande bewegenden Tiere, also bei der Verwandlung des Pterygiums in das Chiridium, musste die Beweglichkeit der freien Extremität erhöht und die Bewegungen manigfaltiger werden, als es bei der nach dem Flossentypus gebauten Extremität der Fall war, und dementsprechend differenzierte sich die Muskulatur, welche den proximalen Abschnitt der Extremität mit dem Schultergürtel verband. Die Ontogenie wiederholt uns diesen Prozess: die *proximalen Abschnitte der beiden Muskelanlagen der freien Extremität, der dorsalen s. dorsolateralen und der ventralen s. ventrolateralen, wachsen proximalwärts in die Rumpfregion ein und erobern allmählich neue Anheftungspunkte in der Rumpfregion am primären und dem sich ihm parallel entwickelndem sekundären Schultergürtel, am Rumpfskelett und der Rumpfmuskulatur*. Dabei geht im Laufe der ganzen Evolution die Verbin-

dung mit ihren Ansatzpunkten an der freien Extremität nicht verloren. Bei diesem proximalwärts gerichteten Wachstumsprozess differenziert sich eine jede der primären Anlagen in einzelne Muskeln.

Die ontogenetische Entwickelung zeigt uns, wie diese Differenzierung vor sich gegangen ist: wenn wir die Entwickelung der dorsolateralen Anlage betrachten, so können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussetzen, dass beim Einwachsen sich drei Auswüchse (A, M, P) des ursprünglich einheitlichen Muskels bildeten: der eine inserierte sich am primären Schultergürtel und wuchs hauptsächlich dorsal; er wirkte wahrscheinlich als Levator der freien Extremität (M). Der zweite (A) Auswuchs wuchs nach oben und vorne (rostral) und wirkte als Levator und Protractor; der dritte wuchs nach hinten (caudal) und oben und übernahm die Rolle eines Retractors und Levators (P). Man kann sich vorstellen, dass diese drei Muskeln sich ursprünglich an der Basis der freien Extremität vereinigten, so dass sie eben Ausbuchtungen eines einzigen Muskels vorstellten; bei der weiteren Differenzierung trennten sich dieselben vollständig von einander. Der vordere und hintere Auswuchs bildeten den Deltoideus scapulae und den Latissimus dorsi, der mittlere erlitt eine noch weitere Differenzierung und zerfiel endlich in mehrere Muskeln (Dorsalis scapulae, Dorsohumeralis profundus, Subcoracoscapularis). Es erscheint höchst wahrscheinlich, dass auch der proximale Abschnitt des ventralen (ventrolateralen) Muskels der freien Extremität der Vorfahren der Pentadactylier im Laufe seiner phylogenetischen Entwickelung einen ganz analogen Prozess durchgemacht hat, dessen Resultat die Differenzierung der einzelnen sich am Coracoid, am Sternalapparat und an den Fascien der Bauchregion (Pectoralis) anheftenden Muskeln war, auch hier ist es wahrscheinlich, dass diese Muskeln sich aus einer einheitlichen Muskelschicht, welche in proximaler Richtung wachsend einzelne Auswüchse bildete und endlich in einzelne diskrete Muskeln zerfiel, entwickelt haben.

Auf diesem Wege eines proximalwärts gerichteten Wachstums der primären Muskelanlagen und der diesem Wachstum parallel gehenden Differenzierung sind die „primären Schultermuskeln“ entstanden. Anders haben wir uns die Entwickelung der „sekundären“ Muskeln vorzustellen. Es ist wahrscheinlich, dass die Vorfahren der Tetrapoda keine spezielle Muskulatur des Schultergürtels (ausser dem

Cucullaris etc.) besassen und dass bei ihnen die Rumpfmuskulatur sich einfach an den Schultergürtel anheftete. Bei der Differenzierung des frei beweglichen Chiridiums wurde auch ein erhöhtes Bewegungsvermögen des Schultergürtels notwendig, und es differenzierten sich aus der allgemeinen Muskelmasse des Rumpfes spezielle Muskeln heraus, welche eine Reihe von neuen Bewegungen des Schultergürtels ermöglichten. Die Ontogenie zeigt deutlich, dass wir hier, so zu sagen, eine zweite Generation von Muskeln vor uns haben (als erste Generation betrachten wir die von den Muskelsprossen resp. Muskelknospen abstammenden primären Muskelanlagen der freien Extremität und ihre Derivate), welche sich nachträglich aus der allgemeinen Stammmuskulatur herausdifferenziert und welche ihre besonderen Nerven (NN. thoracici) erhält. So bilden sich die aus der vorderen und hinteren medianen dorsalen Anlagen stammenden Muskeln (M. levator scapuala superficialis und das System des Serratus).

Die soeben erwähnten Muskeln finden wir bei den Reptilien und den Amphibien entwickelt und müssen sie für alte, den Vorfahren aller Pentadactylier gemeinschaftliche Erwerbungen halten. Etwas anders steht es mit den Derivaten der medianen Muskelanlage (M. sternocoracoideus profundus). Diesen Muskel treffen wir bei den Amphibien nicht an und haben auch keinen Grund anzunehmen, dass er bei ihnen einst entwickelt war. Seine Ontogenie bei den Reptilien zeigt, dass er, wie die übrigen sekundären Extremitätenmuskeln, von der Rumpfmuskulatur, nämlich von dem ventralen Teil derselben, abstammt. Es ist nur die Frage, wie sich dieser Muskel bei den Reptilien gebildet hat.

Oben haben wir die Gründe, welche für die Wahrscheinlichkeit einer caudalwärts gerichteten Verschiebung des Skeletts der vorderen Extremität bei den Vorfahren der Reptilien sprechen, angefürt. Bei dieser caudalwärts gerichteten Verschiebung der ganzen Extremität trat der Schultergürtel zu neuen Rumpfsegementen in Beziehung und die Muskelsprosse dieser Segmente bildeten nach Abgabe der Knospen für die primären Muskelanlagen eine Muskelschicht, die sich (dorsal) von der übrigen Rumpfmuskulatur loslöste und median von der ventralen Partie des Schultergürtels zu liegen kam. Diese Muskelschicht bildete den Sternocoracoideus profundus, dessen eigentümliche Lage an der medianen Seite des Coracoids und

Fehlen bei den Amphibien sich durch die bei den Reptilien vor sich gegangene caudale Wanderung des Schultergürtels erklären lässt; wie wir gesehen haben, hat die Extremität der Amphibien ihre primitive Lage in unmittelbarer Nähe des Kopfes beibehalten.

Wir haben die aus den dorsomedianen Anlagen (vordere und hintere) stammende sekundäre Muskulatur als eine zweite Muskelgeneration bezeichnet: demnach müssten wir die aus der medianen Anlage stammenden Muskeln der Reptilien als eine dritte Muskelgeneration anerkennen.

Des Cucullaris ist bereits oben erwähnt worden: wir müssen annehmen, dass derselbe einen sehr alten Muskel der Extremität vorstellt, welcher schon bei den fischähnlichen Vorfahren der Pentadactylier wohl entwickelt war. Der Umstand, dass er zum Teil von Nerven, welche aus dem Vagus entspringen, innerviert wird, wurde als ein Beweis für die Richtigkeit der Gegenbaur'schen Kiemenbogentheorie der Extremitäten angesehen. Da ich in dieser Arbeit nur die Frage von dem Ursprunge der pentadactylen Extremität und nicht die von der phylogenetischen Entwickelung der Vertebratenextremitäten überhaupt behandle, so werde ich mich bei diesem Problem nicht weiter aufhalten; ich will aber nur beiläufig bemerken, dass meiner Ansicht nach bei der Besprechung der Innervation des Cucullaris etc. durch Vagusäste die Tatsache nicht genügend berücksichtigt wurde, dass bei der Entwickelung des N. vagus bei den niedersten Vertebraten (Selachier, Petromizonten) spinale Elemente, d. h. der sogenannte „spinalartige Vagusanhang", in die Vagusanlage eingehen. In Bezug auf die Entwickelung dieses Muskels bei den Reptilien müssen wir annehmen, dass er während der phylogenetischen Entwickelung sich caudalwärts verlängert hat (infolge der Verlängerung der Halsregion und der Verschiebung des Schultergürtels) und dass er in seiner caudalen Partie einen Zufluss von myogenem Material erhielt. Die Tatsache, dass er bei der ontogenetsichen Entwickelung weit vorne in der Nähe des Kopfes entsteht und caudalwärts vorwächst, spricht zu Gunsten dieser Auffassung. Wie wir oben gesagt haben, unterscheidet sich dieser Muskel von den übrigen „sekundären" Muskeln der Extremität in mancher Beziehung: als ein solches Unterscheidungsmerkmal kann auch der Umstand, dass er durch eine besondere Kategorie von Nerven, die NN. thoracici anteriores, innerviert wird, angeführt werden.

Hiermit könnte ich die Erörterung meiner Ansichten über die Phylogenie der sogenannten Schultermuskeln der Pentadactylier und speziell der Reptilien abschliessen: der Leser wird einsehen, dass die ontogenetische Untersuchung zu manchen Aenderungen in den landläufigen Auffassungen und Ansichten über diesen Gegenstand führt. Ich möchte hier noch eins, nämlich die *Korrelation*, welche bei der Entwickelung aller Teile besteht, in den Vordergrund stellen. Wir haben gesehen, wie die Erhöhung der Beweglichkeit der freien Extremität der Pentadactylier in Bezug auf den Schultergürtel, mit anderen Worten die Ausbildung eines Stylopodiums mit einer ganzen Reihe von korrelativen Veränderungen im proximalen Abschnitt der beiden (primären) Hauptmuskeln gesetzmässig in Zusammenhang steht. Eine zweite Reihe von Korrelationen besteht zwischen der Entwickelung der frei beweglichen Halsregion und der caudalen Verschiebung der Extremität, im speziellen des Schultergürtels und seiner Muskeln und Nerven.

Viel schwieriger ist es, die Veränderungen, welche die Muskulatur der distalen Partie der freien Extremität bei ihrer phylogenetischen Entwickelung durchgemacht hat, zu verfolgen. Wie wir oben gesehen haben, bilden hier zwei einheitliche Muskelschichten mit fächerförmig angeordneten Muskelfasern, welche an der dorsalen und der ventralen Seite des Extremitätenskeletts liegen und kontinuirlich in den proximalen Abschnitt, aus dem sich, wie wir gesehen haben, die Schultermuskeln entwickeln, übergehen, den Ausgangspunkt.

Aber wie die Differenzierung der einzelnen Muskelgruppen vor sich gegangen ist und welche Phasen sie durchlaufen hat, ist sehr schwer zu sagen: hier lässt sich der Mangel einer eingehenden vergleichend-anatomischen Vorarbeit, welche für die proximale Partie der Extremität in den Arbeiten Fürbringers über die Schultermuskeln und Nerven vorliegt, sehr fühlen. Es ist wahrscheinlich, dass auch hier eine Korrelation in der Entwickelung der Muskeln der freien Extremität und des Skelettes derselben besteht; dafür spricht die wichtige Tatsache, dass die ontogenetische Entwickelung der beiden Systeme, der Muskulatur und des Skeletts, welche, wie wir gesehen haben, sich von einander unabhängig entwickeln, in der zeitlichen Aufeinanderfolge parallel verläuft: wir haben gesehen, dass bei der Entwickelung der Muskeln der distalen Partie

der Extremität von Ascalabotes die Muskelanlagen der radialen (praeaxialen) Seite eine verspätete Entwickelung aufweisen; dieselbe Verspätung bemerken wir bei der Entwickelung der Skelettelemente der praeaxialen Seite. Im Kapitel über die Entwickelung des Skeletts der freien Extremität von Ascalabotes erörtere ich eingehend die Bedeutung dieser Heterochronie in der Entwickelung der Skelettstücke, und erlaube mir deswegen in Bezug auf diese Frage den Leser auf das betreffende Kapitel (Kap. IX) zu verweisen. Hier betone ich nur die Tatsache, dass wir genau derselben Heterochronie im Muskelsystem begegnen und ontogenetisch keinen Zusammenhang in der Entwickelung von Skelett und Muskulatur konstatieren können: beide Organsysteme entwickeln sich, wie wir gesehen haben, aus verschiedenen Anlagen und die Verbindung zwischen Muskeln und Skelettstücken findet erst während verhältnissmäsig sehr später Entwickelungsstadien statt, so dass der Gedanke an eine mechanische Korrelation (wie z. B. zwischen dem Gehirn und Kopfskelett bei den Selachiern besteht (Sewertzoff '99)) ausgeschlossen erscheint.

Wir haben gesehen, dass einige Muskeln sich sehr früh als selbstständige Anlagen, welche später nur hauptsächlich histologische Veränderungen erfahren und wachsen, aber nicht weiter in neue Anlagen zerfallen, differenzieren, so dass eine jede Anlage nur einen Muskel repraesentiert; andere Muskeln entwickeln sich aus „zusammengesetzten“ Anlagen, von denen eine jede lange Zeit über undifferenziert bleibt und erst während relativ später Entwickelungsstadien in einzelne Muskeln zerfällt. Es läge sehr nahe zu denken, dass diese letzteren Muskeln in näherer phylogenetischer Beziehung zu einander als zu anderen Muskeln stehen, dass mit anderen Worten bei den Vorfahren der Reptilien Stadien bestanden haben, in denen die Extremitätenmuskulatur einfacher gebaut war als bei den rezenten Formen und eine jede von solchen „zusammengesetzten“ Anlagen einen einzigen Muskel vorstellte, welcher sich später differenzierte und bei den rezenten Formen in mehrere Muskeln zerfiel. Dieser Gedankengang erscheint mir z. B. für die Muskulatur des proximalen Abschnitts der Extremität als vollkommen richtig und als eine solche Anlage haben wir den medianen Auswuchs der dorsolateralen Anlage (M) gedeutet. Der Parallelismus in der Entwickelung der postaxialen und der praeaxialen Seite des Skeletts

und der Muskulatur in der distalen Partie der Extremität erschwert eine solche Deutung in machen Fällen. Wir haben gesehen, dass an der dorsomedianen Fläche der Extremität die Muskelanlagen der postaxialen Seite, d. h. die Anlagen des Extensor carpi ulnaris, des Anconeus quintus und des Extensor et Abductor pollicis longus sich sehr früh differenzieren und dass aus einer jeden dieser Anlagen nur ein Muskel entsteht; die MM. supinator, extensor digitorum communis longus, extensores carpi radialis longus und brevis entstehen dagegen aus einer gemeinsamen Anlage und bleiben lange Zeit hindurch miteinander vereinigt. An der ventrolateralen Fläche sehen wir einen ganz ähnlichen Entwickelungsgang der Muskelanlagen; die Muskeln der postaxialen Seite entstehen früh als selbstständige Anlagen, die der praeaxialen Seite bleiben lange Zeit miteinander verbunden (MM. flexores carpi radialis medialis und lateralis, flexor digitorum profundus; vrgl. Tab. S. 105); ebenso entstehen die MM. pronator quadratus und teres aus einer gemeinsamen Anlage. Wir könnten annehmen, dass die Muskeln, welche sich aus den zusammengesetzten Anlagen entwickeln, früher eine einheitliche Muskelschicht bildeten und sich erst nachträglich gesondert haben. Doch kann man auch voraussetzen, dass die Verzögerung in der Entwickelung dieser Muskeln eine rein ontogenetische Erscheinung ist, welche korrelativ mit der retardierten Entwickelung der ganzen postaxialen Seite des Extremitätenskeletts in einem gewissen Zusammenhange steht. Die Untersuchung der Entwickelung der Vorderarmmuskeln der Urodela könnte in dieser Hinsicht manches ergeben: leider fehlt es noch an solchen Untersuchungen [1]). Darum glaube ich, dass diese Frage zur Zeit noch kaum zu besprechen und einstweilen als offenstehend zu betrachten ist.

Von der Zusammensetzung des Plexus brachialis und dessen Be-

---

[1]) In dem Falle, wenn es sich erweisen würde, dass bei den Urodela (bei denen die Skelettelemente der praeaxialen Seite der Extremität eine accelerierte Entwickelung aufweisen) auch die Muskeln der praeaxialen Seite sich acceleriert entwickeln, so hätten wir damit einen Beweis zu Gunsten der Ansicht, dass wir es hier nur mit embryologischer Retardation und Acceleration zu tun haben. Ueber die Deutung, welche wir diesen Vorgängen geben können, siehe weiter unten. Für die Muskeln könnten wir annehmen, dass die Verzögerung in ihrer Entwickelung mit der Degeneration der Skelettelemente der betreffenden Seite der Extremität im Zusammenhang steht.

deutung war schon oben die Rede; jetzt müssen wir sehen, welche Schlüsse wir aus den Daten, die uns die Untersuchung der Entwickelung der Nerven der freien Extremität ergiebt, ziehen können.

Bei der Beschreibung der Nerven der vorderen Extremität von Ascalabotes in frühen Entwickelungsstadien haben wir darauf hingewiesen, dass die Verlaufsrichtung der Nerven bei den Embryonen sich von dem, was wir in den späten Entwickelungsstadien und bei dem erwachsenen Tier vorfinden, unterscheidet. Wie aus den Figuren 12 und 13 ersichtlich, kreuzen die Nerven der freien Extremität in frühen Entwickelungsstadien die Extremitätenaxe, welche, wie wir gesehen haben, durch Humerus- und Ulnaanlage repraesentiert wird. In den späten Entwickelungsstadien (Fig. 31) und beim Erwachsenen verlaufen die Nerven dieser annähernd parallel Axe. Wenn wir die Lagebeziehungen zwischen den Nerven der vorderen Extremität bei den niederen Fischen zur Vergleichung hinzuziehen, so finden wir, dass in dieser Hinsicht eine gewisse Analogie zwischen diesen letzteren und den Embryonen der Reptilien besteht.

Bei den Selachiern verlaufen die meisten Nerven, welche zur vorderen Extremität gehen, metazonal, d. h. hinter dem Schultergürtel, eine kleinere Anzahl von Nerven, nämlich die vorderen Wurzeln des Pl. homopterygialis gehen diazonal, d. h. sie durchbohren den Schultergürtel. Bei den Reptilien begegnen wir im Allgemeinen derselben Verteilung der Nerven, mit dem Unterschied, dass die diazonalen Nerven nur durch den N. supracoracoideus repraesentiert werden; alle übrigen Nerven verlaufen metazonal. Wenn wir die metazonalen Nerven der Brustflosse eines Selachiers, z. B. Acantias, dessen Nerven von Braus ('00) eingehend untersucht worden sind, betrachten, so finden wir, dass dieselben (bei Acanthias die NN. spinales 6 — 14) an der hinteren medianen Seite des Metaperygiums entlang an die Extremität herantreten und sich hier in die dorsalen und ventralen Aeste teilen.

Ihr Verlauf ist für uns interessant: sie kreuzen nämlich die Axe des Metapterygiums und verlaufen den Skelettstrahlen entlang; einen ähnlichen Verlauf haben die Extremitätenerven einerseits auch bei anderen Haien, andererseits bei Acipenser (Braus, Taf. XXV Fig. 2 NN. 4—7). Anders verlaufen die Extremitätennerven bei Ceratodus: hier treten die Nerven auch zur hinteren Seite der Flosse,

doch biegen diejenigen von ihnen, welche aus den Plexus entspringen, sehr bald distalwärts und verlaufen nicht quer zu der Extremitätenaxe, sondern entlang derselben.

Wenn wir die Verlaufsrichtung der aus dem Pl. brachialis austretenden Nerven der freien Extremität bei den Embryonen von Ascalabotes in frühen Entwickelungsstadien mit dem, was wir bei den niederen Fischen finden, vergleichen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass auch in dieser Beziehung eine allgemeine Aehnlichkeit zwischen den Reptilienembryonenundden Zuständen bei den erwachsenen Selachiern und Ganoiden (nicht aber bei Ceratodus) besteht; eine andere Aehnlichkeit besteht darin, dass bei den Embryonen der Reptilien der Plexus verhältnissmäsig sehr breit ist, so dass seine Breite der Länge des primären Stylopodiums gleichkommt (Fig. 12). Die in dieser Beziehung soeben von uns konstatierten Aehnlichkeiten stehen in vollkommenem Einklange mit den Schlüssen, zu denen uns das Studium der Muskelanlagen der freien Extremität geführt hat. In Bezug auf die weitere Entwickelung der Extremitätennerven lässt sich nicht viel mehr sagen. Bei den Embryonen von Ascalabotes sehen wir, dass die Nerven, welche aus dem Extremitätenplexus entspringen, ursprünglich ziemlich kurz sind und der Länge nach sich wenig von einander unterscheiden; im Laufe der späteren Entwickelung differenzieren sie sich, so dass einige von ihnen sehr stark in die Länge wachsen (z. B. der Brachialis longus inferior und Br. long. superior), während andere, wie z. B. die Nerven, welche die Schultermuskeln innervieren, verhältnismässig kurz bleiben. Die Gleichartigkeit der Nerven in frühen Entwickelungsstadien könnte vielleicht auch als ein Zeichen primitiver Organisation angesehen werden und eine phylogenetische Bedeutung haben.

In Bezug auf die Frage von der Ableitung der Extremität der Pentadactylier von einer Extremität des Ceratodus- und Protopterustypus, giebt die Entwickelung der Extremitätenerven der Reptilien keine Anhaltspunkte: sie weist eher auf niedere Selachier oder Ganoidenartige Zustände hin, von denen die Dipnoerextremitäten weit abweichen. Bei diesen Vergleichungen mit den Selachiern und Ganoiden möchte ich nicht missverstanden werden: meiner Ansicht nach sind die Selachier und die Ganoiden beides spezialisierte Gruppen, so dass ich keineswegs annehme, dass man die Pentadac-

tylier von einer bestimmten Selachier- oder Ganoidenform ableiten kann. Ich glaube, dass die allgemeinen Aehnlichkeiten, von denen in diesem Teil die Rede war, uns zu dem Schlusse führen, dass die fischähnlichen Vorfahren der Pentadactylier Extremitäten besassen, welche ihrer Form und ihrer Lagebeziehung zur Körperaxe, der Lage der Skelettaxe der Extremität (Metapterygium), dem Bau der Muskeln und Nerven nach eine Reihe von Merkmalen besassen, welche wir bei den rezenten Selachiern und Ganoiden wiederfinden: ob diese Formen der Gesammtheit ihrer Merkmale nach den Namen von Selachiern oder Ganoiden verdienten, ist uns unbekannt. Eher könnte man denken, dass die Selachier, Ganoiden und die Vorfahren der Pentadactylier sich von einer gemeinsamen primitiver gebauten Urform abgezweigt haben und im Anfang ihrer divergenten Evolution ähnliche Stadien durchliefen: Anklänge an diese übereinstimmenden Stadien sind uns in der Ontogenie erhalten geblieben.

Es erscheint wahrscheinlich, dass die Ontogenie uns ein Bild des Weges, auf dem die Extremitätennerven der Pentactylier sich differenzierten, giebt: wir können uns vorstellen, wie parallel der Differenzierung der Muskeln die Nervenstämme allmählich in die Länge wachsen, wie aus ihnen neue Aeste entspringen etc. Bemerkenswert ist die von uns konstarierte Vereinigung der NN. anconeus und brachialis longus superior, die in frühen Stadien vollkommen getrennte Nerven vorstellen, zu einem einzigen Nervenstamm; die Doppelnatur dieses Nervs bleibt bei dem erwachsenen Tier nur in dem Ursprungsstelle am Plexus, von dem er mit zwei Wurzeln entspringt, erhalten. Da solche doppelte Ursprünge bei manchen Nerven der Reptilien vorkommen, so kann man die Hypothese aufstellen, dass bei den Vorfahren der Reptilien und Amphibien *eine grössere Anzahl von selbständigen Nerven aus dem Plexus entsprang.* Die Bestetigung oder Widerlegung dieser Hypothese bleibt späteren ontogenetischen Untersuchungen über diese Formen beschieden. Die zweite Tatsache, auf welche ich die Aufmerksamkeit des Lesers lenken möchte, ist die Ausbildung des Pl. brachialis distalis, aus dem Nerven für die Finger abgehen. Der Zweck dieser Bildung ist klar: es wird dadurch offenbar eine bessere Vermischung der Nervenfasern, welche sich an der Innervation der Finger beteiligen als im Pl. brachialis erzielt; ein jeder Finger erhält Nervenfasern aus einer grösseren Anzahl von Segmenten,

als in dem Falle, wenn er nur von einem der Nerven, die an der Plexusbildung teilnehmen, innerviert würde. Diese Bildung steht wahrscheinlich mit der Tastfunktion der freibeweglichen Finger im Zusammenhang und ist als ein progressives Merkmal anzusehen.

Hiermit schliesse ich diese Bemerkungen über die wahrscheinliche Phylogenie der peripheren Nerven der Extremität ab. Ich bin mir darüber klar, dass sich aus den mitgeteilten Beobachtungen weitere Schlüsse über diesen Gegenstand ziehen liessen, ebenso, wie über die Entwickelung der Muskeln der distalen Partie der Extremität. Doch habe ich mehr als einmal auf den Mangel an vergleichend-anatomischen und vergleichend-embryologischen Untersuchungen über Muskeln und Nerven bei den Amphibien und Reptilien hingewiesen und glaube darum, dass es besser ist von weitgehenden Schlüssen vorläufig abzusehen.

II. Das Extremitätenskelett der rezenten und ausgestorbenen Reptilien.

IX.

Die vordere Extremität der Autosaurier.

Unsere Kenntnisse über die frühen Entwickelungsstadien des Skeletts der vorderen Extremitäten der Autosaurier sind sehr mangelhaft: dieses Objekt hat leider keine so eingehende Bearbeitung erfahren, wie z. B. die Extremitäten der Amphibien, welche von einer ganzen Reihe von Forschern eingehend untersucht worden sind. Ueber die späten Entwickelungsstadien des Carpus und Tarsus der Autosaurier und über die Anatomie des Skeletts ihrer Extremitäten besitzen wir dagegen eine ganze Reihe von sehr wertvollen Untersuchungen, obgleich auch auf diesem Gebiete dem künftigen Forscher noch viel zu tun übrig bleibt.

Ich werde den Leser nicht mit der ausführlichen Zusammenstellung dieser sehr umfangreichen Litteratur ermüden: eine Zusammenfassung der betreffenden neueren embryologischen Litteratur über die Reptilienextremitäten ist von Braus im Hertwig'schen Lehrbuch (1904—5) gegeben; eine ausführliche Uebersicht der älteren ver-

gleichend-anatomischen Litteratur wird der Leser bei Hoffmann (Reptilien, in Bronns Klassen und Ordnungen etc. '90) finden. Ich führe die Meinungen meiner Vorhänger nur insofern an, als dieselben die von mir behandelten Fragen berühren.

In den vorigen Abschnitten dieser Arbeit habe ich die Resultate meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Extremitäten von Ascalabotes, Seps und Emys besprochen; ausserdem wurden von mir Beobachtungen über die Entwickelung des Extremitätenskeletts von Mabuia multifasciatum, Calotes javanicus und Phychozoon hamalocephalum angestellt. Vergleichend-anatomisch wurden folgende Formen untersucht: Ascalabotes fasc., Platydactylus gutt. Gymnodactylus pipiens, Ptychozoon homalonotum, Iguana tuberc. juv. Polychrus marmorat., Phrynosoma orbiculare, Ameiva vulgar., Lacerta ocellata, Lacerta stirpium juv., Lacerta vivipara juv., Varanus sp. juv., Scincus officinalis, Scincus pumilus, Gongylus ocellatus, Mabuia multifasciatum, Seps chalcides, Stellio caucasicus, Phrynocephalus helioscopus, Calotes javanicus, Draco volans.

In der folgenden Darstellung erwähne ich der einzelnen an diesen Formen gemachten Befunde nur insofern, als dieselben zur Lösung der aufgestellten Probleme beitragen.

In den vorhergehenden Abschnitten sind wir auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen zu einigen Schlüssen allgemeinerer Natur gelangt: jetzt müssen wir diese Schlüsse an einem umfassenderen entwickelungsgeschichtlichen und vergleichend-anatomischen Material, soweit uns dasselbe als Resultat eigener Beobachtungen und in der Literatur vorliegt, einer kritischen Kontrolle unterwerfen und womöglich erweitern.

Wir beginnen dabei mit den Ascalaboten, welche ihrer allgemeinen Organisation nach die niedrigste Stellung unter den Autosauriern einnehmen. Meine Beobachtungen über die Zusammensetzung des Skeletts der vorderen Extremität der Ascalaboten stimmen im allgemeinen mit denjenigen meiner Vorgänger überein: das Extremitätenskelett aller bisher untersuchten Ascalaboten weist einen sehr gleichartigen Bau auf. Die Elemente des Stylo- und Zeugopodiums sind im allgemeinen kurz; Ulna und Radius haben eine divergierende Lage, d. h. ihre proximalen Enden sind einander genähert, während ihre distalen Enden durch einen Zwischenraum getrennt sind. Der Radius ist gewöhnlich etwas kürzer als die

Ulna, welche einen wohl ausgebildeten Olecranon besitzt. Bei allen bis jetzt untersuchten Ascalaboten besteht der Carpus aus neun wohl verknöcherten Elementen, nämlich Radiale, Centrale, Ulnare (u+i), Pisiforme und Carpalia distalia 1 — 5. Was die Lage dieser Elemente anbetrifft, so ist sie im allgemeinen dieselbe, wie bei Ascalabotes fascicularis (Fig. 68). Das Radiale und das Ulnare liegen den beiden entsprechenden Knochen des Vorderarmes gegenüber, das Centrale ist gewöhnlich zwischen ihnen eingekeilt, das Pisiforme liegt der palmaren und lateralen Seite der Ulna an. Wir haben gesehen, dass Ascalabotes fasc. keine Radiale externum besitzt; ebensowenig konnte ich ein solches bei Ptychozoon homalonotum während der embryonalen Entwickelung entdecken: der Form und Lage des Radiale der übrigen Geckonen nach zu urteilen, besitzen sie ebensowenig wie diese beiden embryologisch untersuchten Formen ein dem Radiale externum entsprechendes Element. Was die Carpalia distalia anbetrifft, so ist gewöhnlich das Carpale 4 das grösste unter ihnen, das Carpale 1 das kleinste.

Die Metacarpalia sind bei den von mir untersuchten Ascalaboten ziemlich kurz (vergl. Fig. 68) und unterscheiden sich der Länge nach nur wenig von einander. Die meisten Ascalaboten haben die für die Autosaurier typische Phalangenformel, nämlich 2 3 4 5 3. Eine interessante Abweichung von dieser Formel fanden wir bei Ascalabotes fascicularis, für den die Phalangenformel **3** 3 4 5 3 bezeichnend ist: derselbe besitzt also *drei* Phalangen am ersten Finger und weicht in dieser Beziehung nicht nur von den anderen Geckonen, sondern von allen übrigen Sauriern ab, die, soweit wir darüber unterrichtet sind, stets nur zwei Phalangen am ersten Finger aufweisen.

Im Folgenden werden wir die Extremitäten der Ascalaboten mit denjenigen der anderen Autosaurier vergleichen: dabei müssen wir erstens die Zusammensetzung der Extremitäten aus den einzelnen Skelettelementen, dann die Lage dieser Skelettstücke und endlich die Grösse der Teile in Betracht ziehen. Wenn wir auf solche Weise das Extremitätenskelett der Autosaurier untersuchen, so finden wir bei ihnen eine Reihe von ganz konstanten, so zu sagen kanonischen Elementen, welche bei allen Formen mit sich nicht sekundär reduzierenden Extremitäten in fast identischer Form und Lage wiederkehren, und eine Reihe von solchen, die bei einigen Formen mehr oder weniger entwickelt, bei anderen rudimentär erhalten sind und

bei den dritten gar nicht mehr vorkommen. Erstens müssen wir diese beiden Kathegorien von Merkmalen von einander trennen, zweitens dieselbem ihrem phylogenetischen Werte nach einteilen, d. h. die anzestralen Merkmale von den neuerworbenen (progressiven und regressiven) scheiden. Dabei müssen wir aber folgendes euristisches Prinzip im Auge behalten: wenn ein gewisses Merkmal (im erwachsenen Zustande oder während der embryonalen Entwickelung) bei systematisch weit von einander stehenden Formen vorkommt, bei Zwischenformen aber fehlt, und wenn wir das Entstehen desselben nicht durch Konvergenz in der Entwickelung erklären können, so müssen wir annehmen, dass wir ein palingenetisches Merkmal, welches für die gemeinsamen Vorfahren der betreffenden Formen charakteristisch war, vor uns haben. Wenn wir die morphologische Zusammensetzung der Extremitäten der Reptilien im allgemeinen und der Autosaurier im speziellen in Betracht ziehen, so finden wir, dass die proximalen Abschnitte derselben sich am konstantesten verhalten. Abgesehen von den Formen, bei denen die Extremität sich fast bis zum vollständigen Schwunde reduziert hat, finden wir die drei Bestandteile des Stylo- und Zeugopodiums, nämlich, Humerus, Radius und Ulna in ganz denselben gegenseitigen Lagebeziehungen zu einander vor. Wenn wir einstweilen die Formen mit reduzierter Fingerzahl und die Chamaeleonen ausser Acht lassen und uns nur den Formen mit fünf wohl entwickelten Fingern zuwenden, so finden wir folgende ganz konstante Elemente des Autopodiums: im Basipodium: Radiale, Ulnare, Centrale, Pisiforme, fünf Carpalia distalia ($c_1 \ldots c_5$); im Metapodium: die fünf Metacarpalia (I....V). Die Zahl der Elemente des Acropodiums ist eine variierende und die Variabilität betrifft hauptsächlich die Endphalangen. Die für die Autosaurier typische Phalangenformel ist, wie bekannt: 2, 3, 4, 5, 3. Demnach können wir die konstanten, so zu sagen phylogenetisch fixierten Elemente der vorderen Extremität der Autosaurier durch folgende Formel ausdrücken:

2	3	4	5	3
I	II	III	IV	V
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
		C		
	r		u	
	R		U	pi
		H		

Was die Abweichungen von diesem typischen Verhalten bei den Autosauriern anbetrifft, so können wir dieselben in zwei Gruppen einteilen: 1. Die diminutiven Variationen oder Reduktionserscheinungen, wenn die betreffende Extremität sich von einer typischen nur durch das Fehlen einiger Skelettelemente unterscheidet; 2. Die augmentativen Variationen, bei welchen wir in der Extremität überzähligen Skelettelementen antreffen. In letzterem Falle bleibt uns zu bestimmen übrig, ob diese Variation einen phylogenetischen Wert haben, d. h. ob sie anzestrale Bildungen sind, oder ob dieselben Neuerwerbungen der betreffenden Autosaurierform vorstellen.

Wie bekannt, sind die regressiven Variationen bei den Autosauriern weit verbreitet und können zum völligen Schwunde der Extremitäten führen. Dieselben sind in der bekannten Arbeit Fürbringers ('70) eingehend behandelt: die Resultate unserer embryologischen Untersuchungen über die Entwickelung der reduzierten Extremitäten von Seps chalcides stimmen im allgemeinen mit den Resultaten Fürbringers überein. Diese Reduktionen, bei welchen es vollkommen deutlich hervortritt, dass wir sekundäre regressive Abänderungen einer typisch gebauten pentadactylen Extremität vor uns haben, interessieren uns an dieser Stelle nur wenig, da wir im Bau solcher offenbar regressiv abgeänderter Extremitäten keine Hinweise auf die Zusammensetzung der primitiven Reptilienextremitäten vorfinden können. Ein gewisses Interesse haben für uns solche Fälle diminutiver Variation, wo wir nicht so leicht bestimmen können, ob der einfache Bau auf eine Reduktion oder auf eine primäre Einfachheit, welche als ein anzestrales Merkmal aufgefasst werden muss, schliessen lässt. In dieser Beziehung haben für uns diejenigen Autosaurierextremitäten, bei welchen das Basi- und das Metapodium das typische Verhalten zeigen, auch die Fünfzahl der Finger erhalten ist, die Zahl der Phalangen jedoch eine kleinere als gewöhnlich ist, ein besonderes Interesse. Wir wissen nämlich, dass manche Reptilien, welche einen sehr primitiven Extremitätenbau aufweisen (z. B. die Chelonier) und auch die urodelen Amphibien eine kleinere Zahl von Phalangen besitzen als die Autosaurier; man könnte die Frage aufwerfen, ob die kleinere Zahl der Phalangen bei einigen Autosauriern nicht ein Merkmal primitiver Organisation sei.

Die mir bekannten Abweichungen von der sehr konstanten Pha-

langenformel (2, 3, 4, 5, 3) der Autosaurier sind nicht zahlreich; in der beistehenden Tabelle sind dieselben angeführt:

2	3	4	5	3	Die meisten Autosaurier.
2	3	4	4	2	Phrynosoma ornat. (Sewertzoff).
2	3	4	4	3	Sitana (Siebenrock).
2	2	3	3	2	Molochus (Siebenrock).
2	3	4	4	3	Camaeleontes, Brocaesia.

Es tritt nun die Frage an uns heran, ob diese Phalangenzahl das Anfangsstadium eines Reduktionprozesses, oder ein atavistisches Merkmal ist? Mir erscheint die erste Lösung als die durchaus richtige. Wir finden nämlich erstens, dass die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 3 schon bei sehr alten Reptilienformen (Diaptosaurier) fixiert erscheint, zweitens, dass sie für eine ganze Reihe von Diapsida typisch geworden ist. Drittens sehen wir, dass nahe Verwandte der aufgezählten Autosaurierformen gleichfalls die typische Phalangenformel aufweisen. Auch wissen wir aus den Untersuchungen Fürbringers, dass die Atrophieerscheinungen im Extremitätenskelett gewöhnlich in distoproximaler Richtung vor sich gehen. Alles eben Gesagte nötigt uns zu dem Schlusse, dass wir hier die Anfangsstadien einer Reduktion, und nicht eine atavistische Erscheinung vor uns haben. Eine interessante Tatsache ist die, das die Reduktion der Phalangen die Fingern der postaxialen Seite der Extremität, d. h. eben die Fingern, welche die grösste Anzahl von Phalangen besitzen, betrifft.

Viel wichtiger erscheinen uns die Fälle, wo wir bei den Sauriern augmentatativen Variationen begegnen können. Von Born ('76) wurde bei Lacerta zwischen Radiale, Ulnare und Centrale ein kleines knorpeliges Element, welches er als ein rudimentäres Intermedium deutete, entdeckt. Es gelang ihm das Vorhandensein dieses Elementes auch bei Tejus tejuxein, Ameiva vulgaris, Lacerta monitor und Gongylus ocellatus zu konstatieren. Auch bei Varanus (Dollo) und Chamaeleo senegalensis (Stecker) wurde dieses rudimentäre Intermedium aufgefunden; Siebenrock begegnet demselben bei allen von ihm untersuchten Lacertiden, und konstatiert, dass es bei erwachsenen Exemplaren knöchern und nicht etwa von sehr unansehnlicher Gestalt sei [1]). Ich habe ein Intermedium bei

[1]) Nach eigenen Beobachtungen kann ich das Vorhandensein des Interme-

Embryonen von Mabuia multifasc. deutlich ausgebildet vorgefunden, Spuren eines rudimentären Intermediums sind auch bei Ptychozoon homalocephalum vorhanden. In allen diesen Fällen liegt das betreffende Knochen- resp. Knorpelement, das wir nur als Intermedium deuten können, frei zwischen den distalen Enden der Ulna und des Radius, des Ulnare, Radiale und Centrale: zwischen demselben und Ulnare geht die Art. mesopodii perforans hindurch. Bei Ascalabotes fascicularis legt sich, wie wir früher gesehen haben, das äusserst rudimentäre Intermedium im Zusammenhange mit dem Ulnare an und wird beim erwachsenen Tiere durch einen Auswuchs des Ulnare repraesentiert. Bei Lacerta, wo dieses Element frei liegt, ist es dem Ulnare dicht angelagert. Wir haben gesehen, dass die Lage des rudimentären Intermediums von Ascalabotes vollkommen der Lage des freien Intermediums von Lacerta entspricht. Wir können also sagen, dass bei einer ganzen Reihe von Autosauriern, welche verschiedenen systematischen Gruppen angehören, ein in verschiedenen Stadien der Reduktion begriffenes Intermedium vorkommt. Es lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit der Schluss ziehen, dass bei den Vorfahren der Autosaurier das Intermedium als ein konstantes und wohl entwickeltes Element der Extremität vorhanden war. Bei den jetzigen Autosauriern geht es der gänzlichen Reduktion entgegen: bei einigen Formen ist es noch als rudimentäres Gebilde erhalten, bei anderen dagegen schon vollständig atrophiert, oder wie bei Ascalabotes mit anderen Nachbarelemente verschmolzen.

In der Litteratur bin ich keinen Angaben über die Existenz eines zweiten Centrale bei den Autosauriern begegnet. Wir wissen jedoch, dass bei manchen Reptilien zwei Centralia carpi (Sphenodon, einige Chelonier), wenn auch in rudimentärer Form, vorkommen, so dass man der Analogie nach die Frage aufwerfen könnte, ob bei den Autosauriern nicht auch noch ein zweites Centrale aufzufinden wäre. Wir haben gesehen, dass es bei Ascalabotes, selbst bei der sorgfältigsten Untersuchung nicht möglich war ein zweites Centrale carpi zu entdecken. Doch führt eine Beobachtung zur Annahme, dass die Vorfahren der Autosaurier ursprünglich ein zweites Centrale carpi

diums bei den von mir untersuchten Lacertiden, Ameiva und Varanus, vollkommen bestätigen; bei Gongylus sp. habe ich es dagegen nicht vorgefunden.

besessen haben und dass bei den rezenten Autosauriern diese Element verloren gegangen ist. Diese Beobachtung wurde von mir bei der Untersuchung des Skeletts der Vorderextremität des südamerikanischen Polychrus marmoratus gemacht (Fig. 20 im Text). Im allgemeinen zeigt das Skelett des Carpus bei Polychrus den typischen Bau, besteht also aus einem grossen Ulnare, einem kleinen flachen Radiale, einem länglichen Centrale, einem Pisiforme, fünf Carpalia distalia, von welchen das vierte grösser ist als die übrigen Carpalia distalia. Zwischen Centrale (C_2), Carpale distale 1 (c_1) und Radiale liegt ein kleiner dreieckiger Knorpel (C_1), welcher im Inneren einen Knochenkern besitzt. Wir finden diesen Knorpel in gleicher Form und in denselben Lagebeziehungen in beiden Extremitäten vor. Dabei liegt er nicht oberflächlich, sondern ist tief zwischen den erwähnten Knochen eingekeilt. Leider stand mir nur ein einziges Exemplar von Polychrus zur Verfügung und ich kann daher nicht angeben, ob dieses Element (C_1) ein ganz konstanter Bestandteil der Extremitäten dieses Tieres ist: für die Annahme, dass wir es mit einem normalen Element der Extremität von Polychrus zu tun haben, spricht allerdings der Umstand, dass ich es in identischer Form und Lage in beiden Extremitäten des untersuchten Exemplares auffinden konnte. Wenn wir annehmen, dass wir ein konstantes Element vor uns haben, so tritt uns die Frage entgegen, mit welchem der bekannten Elemente der Reptilienextremität wir dasselbe homologisieren können. Ich bin der Ansicht, dass es der Lage nach nichts anderes als ein Centrale, und zwar das Centrale 1, sein kann. Wenn wir die Fig. 20 mit der Fig. 25, welche den Carpus von Sphenodon darstellt, vergleichen, so sehen

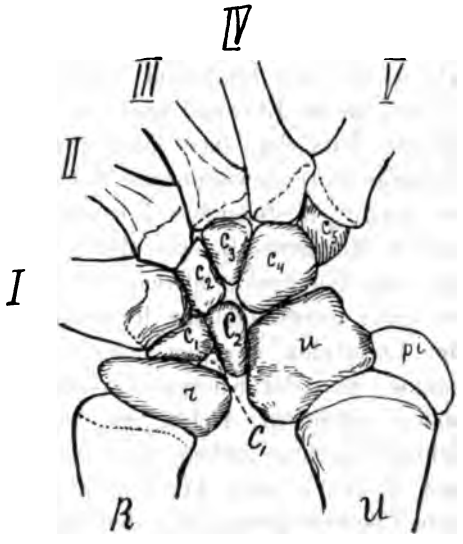


Fig. 20. Polychrus marmoratus, Carpus. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

wir, dass das C von Polychrus ganz dieselbe Stellung einnimmt, wie das Centrale radiale von Sphenodon. Der Unterschied zwischen Sphenodon und Polychrus besteht erstens darin, dass bei ersterem das Centrale radiale grösser ist als C_1 bei Polychrus, und zweitens, dass Sphenodon ein grosses Intermedium besitzt, welches bei Polychrus fehlt: aus diesem Grunde ist die gegenseitige Lagebeziehung der Carpalia eine etwas andere. Dem allem nach glaube ich, dass das C_1 von Polychrus ein Centrale radiale vorstellt. Man könnte erwidern, dass es unwahrscheinlich erscheint, dass wir bei einem verhältnissmässig so hoch stehenden Saurier wie Polychrus, einem Centrale carpi radiale (C_1), welches bei niedrig stehenden Sauriern wie z. B. den Geckonen verloren gegangen ist, begegnen. Mir scheint dieser Einwand leicht zu widerlegen: es ist ja eine oft beobachtete Tatsache, dass ihrer allgemeinen Organisation nach höher stehende Formen vereinzelte Merkmale niederer Organisation, welche bei niedriger stehenden Formen verloren gegangen sind, beibehalten. Ein gutes Beispiel dafür ist das Intermedium der Autosaurier, das bei den in allgemeinen niedrig stehenden Ascalaboten bis auf ganz unansehenliche Reste verkümmert, bei den höher stehenden Lacertiden dagegen noch wohl erhalten ist. Wenn meine Annahme, dass der Knorpel C_1 von Polychrus dem Centrale von Sphenodon entspricht, richtig ist, so können wir daraus die wichtige Schlussfolgerung ziehen, dass das andere Centrale von Polychrus, und demnach auch das einzige Centrale der übrigen Autosaurier dem Centrale ulnare (C_2) der Rhynchocephalier und Chelonier entspricht.

Wir kommen zu dem wichtigen Schlusse, dass die Vorfahren der rezenten Autosaurier zwei Centralia carpi besassen und dass bei den jetzigen Autosauriern das Centrale radiale verloren gegangen ist. Leider ist die Entwickelung des Extremitätenskeletts der Autosaurier nur wenig bekannt; vielleicht wird eine eingehendere Untersuchung noch andere Fälle des Vorkommens zweier Centralia zu Tage fördern.

An der radialen Seite des Carpus wurde von Emery ('94) bei Embryonen von Lacerta noch ein Element entdeckt, welches dem distalen Ende des Radius und dem Radiale anliegt und später mit dem Radiale zu einem Stück verschmilzt; dieser Autor bezeichnete dasselbe ursprünglich als Radiale externum, homologisiert jedoch

später dieses Skelettstück mit dem Radiale der urodelen Amphibien. Vorläufig wollen wir für dasselbe den indifferenten Namen Radiale externum, welches seine topographische Lage gut ausdrückt, beibehalten. Dieses Radiale externum habe ich bei Embryonen von Lacerta in späten Entwickelungsstadien mit dem Radiale verwachsen angetroffen und kann in dieser Hinsicht die Beobachtung Emery's vollkommen bestätigen.

Während der embryonalen Entwickelung von Ascalabotes haben wir keine Spur dieses Elements entdecken können und die Form und Lage des Radiale bei den Embryonen und erwachsenen Ascalaboten schliesst die Vermutung aus, dass dasselbe mit dem Radiale verwachsen oder in ihm potentiell enthalten sei: das Radiale von Ascalabotes liegt nämlich beim Embryo ebenso wie bei dem Erwachsenen an der medianen Seite des distalen Ende des Radius (Fig. 68); das Radiale externum dagegen an seinem lateralen Ende. Dagegen ist es mir gelungen die Existenz des Radiale externum bei Embryonen von Mabuia multifasciatum nachzuweisen (Fig. 21 im Text). Zwar konnte ich keine diskrete Anlage des Radiale externum entdecken, doch zeigt die Form des radialen Skelettstückes des Carpus ($r + r_1$) deutlich, dass dasselbe zwei Elementen entspricht, der Vergleich aber mit Lacerta und Emys lutaria weisen deutlich darauf hin, dass wir hier die Homologa des Radiale und des Radiale externnm vor uns haben. Ein Vergleich der Textfig. 21 mit der Abbildung des Carpus von Ascalabotes zeigt, dass das Radiale von Ascalabotes nur dem medianen Element von Mabuia (d. h. dem Radiale Autorum) nicht aber beiden zusammen ($r_1 + r$), entspricht, mit anderen Worten, dass Ascalabotes kein Radiale externum besitzt. Wir können also sagen, 1) dass das Radiale externum ein rudimentäres Element ist: es tritt als selbständige Anlage (Lacerta) auf

Fig. 21. Mabuia multifasciatum, älteres Embryo. Carpus. Bezeichnungen wie auf ien Tafeln.

und verschmilzt später mit dem Radiale; bei Mabuia hat es selbst diesen Grad der Selbständigkeit verloren; 2) dass dieses rudimentäre Gebilde bei weit von einander entfernten Gruppen der Autosaurier (Lacertidae, Scincidae) vorkommt. Diese Tatsachen führen uns zu dem Schlusse, dass das Radiale externum ein konstanter Bestandteil des Carpus der Vorfahren der Autosaurier war, das bei deren Nachkommen, den rezenten Autosauriern, sich reduzierte und nur während den Embryonallebens als selbständiges Element auftritt.

Die vergleichende Untersuchung des Carpus der Autosaurier hat uns zu dem Schlusse geführt, dass ausser der neun kanonischen Elemente noch drei rudimentäre Carpalia nachweisbar sind, nämlich ein Intermedium, ein Radiale externum und wahrscheinlich auch ein zweites Centrale, das Centrale radiale. Hieraus folgt, dass der Carpus der Vorfahren der Autosaurier einen komplizierteren Bau besass, d. h. aus einer grösseren Anzahl von Skelettelementen, zum mindestens aus 12 (r_1, r, i, u, p, C_1, C_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5) bestand als der Carpus der rezenten Autosaurier; hieraus müssen wir schliessen, *dass die phylogenetische Entwickelung des Carpus der Autosaurier in der Richtung der Vereinfachung d. h. der Verminderung der Elemente verlief.*

Ueber die Zusammensetzung des Metacarpus der Autosaurier ist nicht viel zu sagen: bei allen Autosauriern mit fünf Fingern begegnen wir den fünf kanonischen Metacarpalia; augmentative Variationen sind mir nicht bekannt.

Sehr schwierig erscheint die Frage von der Bedeutung der augmentativen Variationen der Phalangen. Wie gesagt, ist für die Autosaurier mit wohlentwickelten Extremitäten gewöhnlich die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 3, oder eine kleinere Anzahl der Phalangen (2, 3, 4, 4, 3; 2, 3, 4, 4, 2; 2, 2, 3, 3, 2; vergl. oben) bezeichnend. Wir haben gesehen, dass die verminderte Phalangenzahl bei fünffingerigen Formen (und a fortiori bei Formen mit verminderter Fingerzahl) sich unschwer durch Reduktionsvorgänge erklären lässt: diese Formen stammen von solchen mit einer grösseren Phalangenzahl ab. Was lässt sich aber von Formen, bei welchen die Phalangenformel grösser als 2, 3, 4, 5, 3 ist, sagen? Mir sind zwei solche Fälle bekannt: der eine ist schon oben beschrieben: Ascalabotes fascicularis besitzt die Phalangenformel 3, 3, 4, 5, 3, zeigt also

am ersten Finger eine überzählige Phalanx. Dann finde ich bei Scincus officinalis (Fig. 22 im Text) die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 4, also eine überzählige Phalanx am fünften Finger. Ich muss bemerken, dass ich mehrere Exemplare einer jeden Art auf die Zahl der Phalangen hin untersucht habe, und in allen Fällen dieselben Phalangenformeln an beiden Extremitäten konstatieren konnte, so dass die Annahme, dass wir hier individuelle Variationen vor uns haben, ausgeschlossen erscheint.

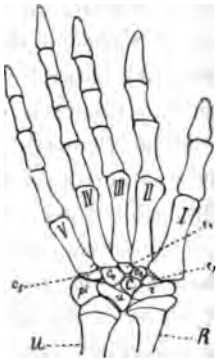


Fig. 22. Scincus officinalis, vordere Extremität. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

So tritt an uns die Frage heran, welche Bedeutung diese Tatsachen haben. Deuten sie darauf hin, dass die Vorfahren der Autosaurier eine grössere Phalangenzahl besassen, oder haben wir es mit Anpassungsmerkmalen, welche von den betreffenden Formen neuerworben sind, zu tun?

Ich glaube nicht, dass wir auf diese Fragen auf Grund der vorliegenden Befunde eine befriedigende Antwort geben können. Folgende Erwägungen müssen aber dabei in Betracht kommen. Bei Ascalabotes fasc. fehlen, wie bekannt, am ersten, zweiten und fünften Finger die Krallen; bei anderen Geckonen sind alle Finger bekrallt (Platydactylus, Gecko, Ptychydactylus). Da die Bekrallung der Finger eine sehr konstante Erscheinung bei den Autosauriern ist (selbst die Formen mit sehr reduzierten Extremitäten besitzen Krallen, so Ophiodes, Pygopus (Fürbringer '70)) so erscheint es sehr wahrscheinlich, dass das Fehlen der Krallen an einigen Fingern von Ascalabotes eine Reduktionserscheinung darstellt, welche korrelativ mit der progressiven Entwickelung der Haftlappen, bei der die Krallen mehr oder weniger unnötig wurden, eingetreten ist. Die Entwickelung einer überzähligen Phalanx am ersten Finger könnte als eine adaptive Erscheinung, welche zur Verlängerung des Haftlappens des ersten Fingers dienen soll, erklärt werden.

Zu Gunsten der Annahme, dass die Vergrösserung der Phalangenzahl des fünften Fingers bei Scincus officinalis eine phylogenetische Bedeutung hat, könnte man das Auftreten überzähliger, beim erwachsenen Tier atrophirender Phalangen an den postaxialen

Fingern bei Krokodilembryonen anführen. Wir müssen aber zugeben, dass alle diese Erwägungen über die Bedeutung der überzähligen Phalangen bei Ascalabotes und Scincus nur eine sehr hypothetische Bedeutung besitzen: einen ausschlaggebenden Beweis dafür, dass diesen Fakten wirklich eine phylogenetische Bedeutung zukommt, d. h. dass dieselben auf eine anzestrale Polyphalangie hindeuten, hätten wir nur in dem Falle, wenn wir bei anderen Autosaurierformen während des Embryonallebens das Vorhandensein rudimentärer überzähliger Phalangen, welche sich bei den erwachsenen Tieren reduzieren, nachweisen könnten.

Solche Beobachtungen besitzen wir zur Zeit noch nicht und wir müssen die ganze Frage als offenstehend ansehen: die einzige Schlussfolgerung, die wir aus unseren Beobachtungen über die Phalangenzahl der Autosaurier ziehen können, ist die, *dass die Phalangenzahl viel variabler ist, als es bis jetzt angenommen wurde.* Im allgemeinen wird angenommen, dass die Phalangenformel für die pentadactylen Autosaurier 2, 3, 4, 5, 3 oder kleiner (2, 3, 4, 4, 3 etc.) ist. Wir müssen dagegen annehmen, dass diese Phalangenformel gewöhnlich 2, 3, 4, 5, 3 ist, manchmahl aber mehr (3, 3, 4, 5, 3; 2, 3, 4, 5, 4) oder weniger Phalangen enthält.

Wenn wir alles über den morphologischen Bau der vorderen Extremität der Autosaurier Gesagte zusammenfassen, können wir unsere Kenntnisse über die Zusammensetzung der primitiven Extremität durch folgende Formel ausdrücken:

2	3	4	5	3
I	II	III	IV	V
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
	C_1	C_2		
r_1	r	i	u	pi
R			U	
		H		

Jetzt müssen wir die Lage und Grösse der Skelettelemente der vorderen Extremitäten der Autosaurier unserer Betrachtung unterwerfen, um, wenn möglich, die Frage, welche Merkmale wir hier als primitive ansehen müssen, zu lösen.

Ueber die Lage des Humerus bei den Autosauriern lässt sich

nicht viel sagen: die Morphologie desselben ist von Fürbringer ('00) eingehend untersucht worden. Ich kann (soweit meine Beobachtungen reichen) seine Schlüsse nur bestätigen. Von diesen Schlüssen möchte ich an dieser Stelle nur einen hervorheben, nämlich dass „erdlebende und grössere Lacertilier einen grösseren und massigeren, baumlebende und kleinere einen schlankeren Humerus aufweisen". Doch muss ich hinzufügen, dass die Kürze des Humerus (wie auch der übrigen langen Knochen der Extremitäten) als ein Merkmal niedriger Organisation angesehen werden muss. Bei der Untersuchung der Entwickelung von Ascalabotes haben wir gesehen, dass die sogenannten langen Knochen der Extremitäten (die Elemente des Stylo- Zeugo- und Metapodiums) sich als kurze und dicke Knorpelelemente anlegen und dass der Grössenunterschied zwischen der ersten Anlage eines langen Knochens und derjenigen eines der Carpalia in den frühen Entwickelungsstadien viel kleiner erscheint, als bei dem erwachsenen Tiere. Mehnert ('98) hat diese Tatsache bei der Entwickelung des Extremitätenskeletts von Emys bemerkt und daraus den richtigen phylogenetischen Schluss gezogen, dass die Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier aus kurzen und gleichartigen Skelettstücken bestanden. Meine Beobachtungen über die Entwickelung der Extremitäten der Autosaurier, Chelonier und auch der urodelen Amphibien bestätigen vollkommen die Richtigkeit dieses Schlusses: bei allen diesen Formen finde ich, dass alle Skelettstücke der Extremitäten sich in frühen Entwickelungsstadien der Grösse nach nur wenig von einander unterscheiden, dass aber die auffallenden Grössen- und Formunterschiede, welche zwischen den Elementen des Basipodiums und den langen Knochen der Extremitäten bestehen, Resultate der verschiedenen Wachstumsintensität sind und sich nur während der nachfolgenden Entwickelung ausbilden: bei allen diesen Formen können wir sagen, dass die sogenannten langen Knochen sich während der embryonalen Entwickelung stark progressiv entwickeln, die Elemente des Basipodiums dagegen in ihrem Wachstum hinter ihnen zurückbleiben. Sehr wichtig ist es, dass wir diese Tatsache bei Formen, welche systematisch weit von einander entfernt sind, beobachten. Ich glaube, dass wir ihr keine andere Deutung als die, dass das Extremitätenskelett der Vorfahren der pentadactylen Wirbeltiere sich aus kurzen, der Form und Grösse nach gleichartigen Elementen entwickelt hat, geben können.

Wenn dieser Schluss richtig ist, so müssen wir weiter schliessen, dass diejenigen Reptilien, speziell diejenigen Autosaurier, bei welchen im erwachsenen Zustande die sogenannten langen Knochen verhältnissmässig kurz sind, sich von diesem primitiven Zustande weniger entfernt haben, als die, welche schlanke und lange Extremitätenknochen besitzen. Selbstverständlich kann dieser Schluss nur mit gewissem Vorbehalt angenommen werden: wir können uns wohl vorstellen, dass die langen und schlanken Knochen des Stylo- und Zeugopodiums sich infolge der Anpassung an eine veränderte Lebensweise sekundär wieder verkürzt haben, und solche Fälle sind wahrscheinlich in der Phylogenie der einzelnen Autosaurierfamilien auch tatsächlich vorgekommen. Darum müssen wir das Auftreten kurzer Extremitäten bei der einen Form nicht so zu sagen an und für sich, sondern im Zusammenhange mit der ganzen Summe der Merkmale, welche die betreffende Form charakterisieren, betrachten.

Ueber die Knochen des Antebrachium bei den untersuchten Autosauriern lässt sich ebenfalls nicht viel sagen: dieselben haben bei den von mir untersuchten Formen eine etwas divergente Lage, d. h. ihre proximalen Enden sind einander genähert, während die distalen in einiger Enfernung von einander liegen, so dass Humerus, Ulna und Radius zusammen eine Y-förmige Figur bilden. Bei den Ascalaboten und überhaupt bei Formen mit kurzen Extremitäten ist diese Divergenz stark ausgeprägt, bei den Formen mit langen Vorderarmknochen ist diese Lage mehr oder weniger verwischt, so dass Ulna und Radius einander fast parallel liegen.

Wir haben gesehen, dass bei Ascalabotes in frühen Entwickelungsstadien die Anlage des Radius einen fast geraden Winkel mit der durch Humerus + Ulna repraesentierten Extremitätenaxe bildet, also dass beide Elemente des Zeugopodiums sehr stark divergieren (Fig. 12). Im Laufe der embryonalen Entwickelung nähern sich die Elemente des Antebrachiums und zeigen so zu sagen die Tendenz eine einander parallele Lage einzunehmen; bei der vorderen Extremität wird diese parallele Lage nicht erreicht, während bei der hinteren, welche einen im allgemeinen mehr progressiven Charakter besitzt, die Elemente des Zeugopodiums parallel liegen. Da die Divergenz der distalen Ende von Ulna und Radius bei der ontogenetischen Entwickelung den Ausgangspunkt bildet, da sie embryonal bei weit von einander entfernten Gruppen vorkommt (Autosaurier,

Chelonier vergl. Kap. VI) und da sie bei niedrigeren Gruppen der Autosaurier im allgemeinen stärker ausgeprägt ist als bei den höheren, so schliesse ich daraus, dass wir hier ein Merkmal primitiver Organisation, welches wir bei dem Aufbau der Theorie der pentadactylen Extremität in Betracht ziehen müssen, vor uns haben.

Was die Grösse der Elemente des Zeugopodiums anbetrifft, so ist gewöhnlich die Ulna etwas länger als der Radius; bei Ameiva aber finde ich beide Knochen von gleicher Länge. Im allgemeinen lässt sich über die Knochen des Zeugopodiums dasselbe sagen, was von Fürbringer schon für den Humerus konstatiert wurde, dass nämlich bei den erdlebenden Formen diese Knochen kürzer sind als bei den baumlebenden.

In Bezug auf die Lage und Grösse der Elemente des Basipodiums möchte ich Folgendes hervorheben. Das Ulnare ist bei den Autosauriern gewöhnlich grösser als das Radiale [1]) (Fig. 68, Fig. 24, 25 im Text), und liegt gewönlich distal und etwas median vom Ende der Ulna. Bei den Ascalaboten hat das Ulnare, wie wir gesehen haben, einen hakenförmigen Forsatz, welcher proximal gerichtet ist und der medianen Seite der Epiphyse der Ulna anliegt; er enthält das Intermedium Carpi. Ein änlicher Forsatz ist auch bei manchen anderen Autosauriern vorhanden und man könnte glauben, dass er auch bei ihnen das Intermedium enthält; da aber bei Lacerta ocellata, die ein wohl verknöchertes, selbständiges kleines Intermedium besitzt, dieser Forsatz gleichfalls entwickelt ist, so kann man aus dem Vorhandensein desselben allein noch nicht ohne Weiteres den Schluss ziehen, dass sein proximales Ende dem Intermedium entspricht; diese Frage lässt sich in den einzelnen Fällen nur durch die embryologische Untersuchung lösen.

Wir haben gesehen, dass es in einigen Fällen bewiesen ist, dass das Radiale Autorum der erwachsenen Autosaurier zwei Elementen, nämlich dem Radiale und dem Radiale externum entspricht (Emery, Lacerta; Sewertzow, Mabuia). Bei den erwachsenen Lacertiden ist der Querdurchmesser des Radiale grösser als der proximodistale, was auf die Doppelnatur des radialen Carpuselements zurückgeführt werden kann. Da dieselben Grössenverhältnisse bei

---

[1]) In der hinteren Extremität trifft gewöhnlich das Gegenteil zu: der Astragalus ist grösser als das Fibulare.

vielen Autosauriern (Lygosoma, Draco, Iguana) vorkommen, so wäre es interessant die Frage zu untersuchen, ob nicht auch hier im Radiale embryonal zwei ursprünglich diskrete Elemente enthalten sind.

Zwischen dem Ulnare und dem Radiale aller Autosaurier ist das Centrale (meiner Ansicht nach das Centrale 2) eingekeilt: wo dasselbe bedeutende Dimensionen aufweist, trennt es diese beiden Elemente von einander, im entgegengesetzten Falle berühren sich dieselben. Das Intermedium ist, wenn es vorhanden, ist gewöhnlich sehr klein. Wir sehen, dass die Lage der soeben beschriebenen Elemente des Carpus eine ziemlich konstante ist: die Variationen sind nicht sehr bedeutend und hängen hauptsächlich von der Grösse der Elemente, welche ziemlich variabel ist, ab.

Dagegen ist das Pisiforme der Autosaurier der Lage und Grösse nach bedeutenden Veränderungen unterworfen. Es liegt zwar immer am postaxialen Rande des Carpus, artikuliert jedoch entweder nur mit der Ulna, oder mit Ulna und Ulnare, oder ist wie bei Scincus officinalis (Fig. 22) zwischen Ulnaende, Ulnare und Carpale distale 5 eingekeilt, so dass es als ein wirkliches Carpale der proximalen Reihe erscheint.

In Bezug auf die Lage der Carpalia distalia haben wir gesehen, dass ursprünglich ein jedes von ihnen mit dem entsprechenden Metacarpale in Zusammenhang steht. Diese Lage behalten sie bei den von mir entwickelungsgeschichtlich untersuchten Autosauriern auch nach ihrer Trennung von den Metacarpalien bei. Im Laufe der späteren Entwickelung erleiden sie jedoch mannigfaltige Verschiebungen, so dass ein jedes Carpale distale mit zwei Metacarpalien artikulieren kann; am deutlichsten ist diese Erscheinung bei den Chamaeleonen ausgeprägt. Bei Ascalabotes haben wir gesehen, dass bei dem erwachsenen Tier die Metacarpalia I—IV ein jedes mit zwei Carpalien der distalen Reihe artikuliert $\left(\mathrm{I} \begin{smallmatrix} c_1 \\ c_2 \end{smallmatrix}, \mathrm{II} \begin{smallmatrix} c_2 \\ c_3 \end{smallmatrix}, \mathrm{III} \begin{smallmatrix} c_3 \\ c_4 \end{smallmatrix}, \mathrm{IV} \begin{smallmatrix} c_4 \\ c_5 \end{smallmatrix} \right)$; ein änliches Verhalten finden wir bei Polychrus (Textfig. 24), Scincus (Textfig. 25) und vielen anderen. Ich muss ausdrücklich betonen, dass wir hier eine sekundäre Erscheinung, welche sich in den späten Entwickelungsstadien ausbildet, vor uns aben.

Die Grösse der Carpalia distalia ist sehr variabel: als eine allgemeine Regel kann man den Satz aufstellen, dass die Carpalia der postaxialen (ulnaren) Seite grösser sind als die der praeaxialen. Gewöhnlich ist das Carpale distale 4 das grösste von allen, was wahrscheinlich mit dem Umstande im Zusammenhang steht, dass der vierte Finger die grösste Phalangenzahl (5) aufweist.

So finde ich z. B., dass c_4 bei den Ascalaboten, Scincus, Gongylus, Mabuia, Polychrus, Phrynosoma, Ameiva, Varanus, Stellio und Calotes, grösser ist als die übrigen Carpalia distalia; bei Phrynocephalus sind c_4 und c_3 gleich gross. In den Lagebeziehungen der Carpalia distalia zu den Carpalia der proximalen Reihe begegnen wir verschiedenen Variationen, doch will ich nicht in eine detailierte Beschreibung dieser Variationen eingehen.

Auf Grund der soeben geschilderten Beobachtungen komme ich zu dem Schlusse, dass die auf den ersten Blick so konstante Extremität der Autosaurier in ziemlich bedeutendem Grade variabel ist, und wir können die Ursachen dieser Veränderlichkeit in einem gewissen Grade begreifen: es lässt sich nämlich nachweisen, dass die *progressiven und regressiven Entwickelungsprozesse die Grösse der einzelnen Bestandteile des Skelettes der vorderen Extremität verändern und dass infolgedessen sich auch die Lagebeziehungen zwischen den einzelnen Elementen verändern.* Einige Elemente werden in Laufe der Evolution grösser, andere verkleinern sich und diese Dimensionsschwankungen rufen eine ganze Reihe von Lageveränderungen, Verschiebungen etc. hervor: ist das Centrale gross, so schiebt es sich zwischen Radiale und Ulnare und trennt diese von einander, ist es dagegen klein, so berühren sich diese Knochen; die Grösse der einzelnen Carpalia distalia bestimmt ihre Lagebeziehungen zu den Carpalia proximalia und den Metacarpalia etc. Allerdings sind die Lageveränderungen bei den Kyanokranen Sauriern nicht sehr bedeutend, doch sind sie für uns insofern von Wichtigkeit, als sie uns zeigen, *in welcher Richtung* die morphologische Beschaffenheit der Extremitäten sich verändern kann. Einen extremen Fall in dieser Richtung finden wir bei den Chamaeleonen, wo einzelne Carpalia übermässig gross geworden, andere fast verschwunden sind und der Bau der Extremitäten sich infolgedessen so verändert hat, dass es schwierig erscheint, die einzelnen Elemente des ausgebilde-

ten Chamaeleocarpus mit den entsprechenden Elementen des Carpus der übrigen Autosaurier zu homologisieren.

Die Metacarpalia der Autosaurier sind (besonders im Vergleich mit den ihnen homodynamen Knochen der hinteren Extremität) verhältnissmässig kurz. Im Allgemeinen kann man sagen, dass bei Formen mit langen Zeugopodium diese Knochen länger sind, als bei denen mit kurzen Antebrachium. Interessant ist es, die Länge der einzelnen Metacarpalia miteinander zu vergleichen und darum teile ich an dieser Stelle einige meiner Messungen mit; selbstverständlich lege ich diesen Zahlen keine statistische Bedeutung bei, denn wollte ich diesen Zweck verfolgen, so wäre die Zahl der vorgenommenen Messungen eine ungenügende: dieselben sollen nur die mitgeteilten Tatsachen besser illustrieren als es Worte vermögen. Um den Vergleich zu ermöglichen, habe ich die Länge des Metacarpale I=1 angenommen und alle anderen Zahlen dementsprechend umgerechnet.

Aus dieser Tabelle sehen wir, dass bei den Ascalaboten und den Scincoiden die Unterschiede in der Länge der Metacarpalia sehr unbedeutend sind: diese Elemente haben an allen Fingern nahezu die gleiche Länge.

	I	II	III	IV	V
Scincus	1	1	1	0,9	0,7
Ascalabotes fasc . . .	1	1,2	1	0,8	0,8
Platydactylus gut. . .	1	1,1	1	0,9	1
Ameiva	1	1,3	1,4	1,4	0,9
Stellio	1	1,4	1,8	1,8	1
Phrynocephalus . . .	1	1,3	1,8	2	1
Calotes	1	1,3	2	1,7	0,7

Bei den höheren Formen sind dagegen die drei mittleren Metacarpalia bedeutend länger als die randständigen (I und V); besonders lang sind die Metacarpalia III und IV.

Die Phalangen der Autosaurier sind gewöhnlich kürzer als die Metacarpalia der entsprechenden Finger; ausserdem sind die Phalangen derjenigen Finger, welche eine grössere Phalangenzahl besitzen, kürzer als die Phalangen der übrigen Finger.

Fürbringer kommt auf Grund sehr eingehender Untersuchungen der Schultermuskulatur und des Skeletts zu dem Schlusse, dass die

Ascalaboten (Nyctisaura s. Geckonomorpha) die primitivsten Formen unter den Lacertilia vera sind; unter den procoelen Leptoglossa (Autosauromorpha) stehen die Scincidae am niedrigsten. Auf Grund unserer Untersuchungen kommen wir zur Uebezengung, dass die Vertreter dieser beiden niedrig stehenden Familien erstens kurze Arm-, Vorderarm- und Metacarpalknochen besitzen, und dass zweitens alle Metacarpalia bei diesen Formen fast von gleicher Länge sind. Die höher stehenden Formen der kyanokranen Autosaurier (z. B. Calotes, Phrynocephalus) haben dagegen lange Arm-, Vorderarm- und Metacarpalknochen und die mittleren Metacarpalia sind bedeutend länger als die übrigen.

Wir können den Schluss ziehen, dass die *Kürze* der sogenannten „langen" Knochen der Extremität (Humerus, Ulna, Radius, Metacarpalia) und die *Gleichartigkeit der Metacarpalia ein primitives, anzestrales Merkmal der Autosaurier ist*, d. h. ein Merkmal, welches die gemeinsamen Vorfahren dieser Tiere charakterisierte, und dass der Fortschritt in der Entwickelung bei den meisten rezenten Autosauriern in der Verlängerung und Differenzierung dieser Elemente des Extremitätenskelettes bestand. Dieser Schluss, zu dem wir auf vergleichend-anatomischem Wege gelangen, steht mit den Resultaten unserer embryologischen Untersuchungen in vollkommenem Einklange.

Dem eben Erwähnten liesse sich allerdings erwidern, dass, da die kurzen Extremitäten bei den erdlebenden, die langen bei baumlebenden Formen vorkommen, beide Formen vielleicht *nur* Anpassungen an die Lebensweise sind, d. h. dass bei den rezenten Autosauriern im Vergleich mit der Urform der Saurier die „langen" Knochen sich bei den erdlebenden Formen verkürzt, bei den baumlebenden dagegen verlängert haben, so dass die kurzen Extremitäten nicht ein primitives Merkmal, sondern nur eine Anpassung vorstellen.

Ich glaube jedoch, dass wir mit dieser Ansicht nicht das Richtige treffen. Erstens wissen wir, dass manche erdlebende Formen gleichfalls lange Extremitäten besitzen, so z. B. Phrynocephalus, bei welchem wir einer grosse Differenz in der Länge der einzelnen Metacarpalia begegnet sind; zweitens zeigt der Vergleich der Autosaurier mit den übrigen Reptilien, besonders mit den Diaptosauriern und mit den rezenten und ausgestorbenen Amphibien (Urodela,

Stegocephala), dass die Kürze und Gleichartigkeit der Extremitätenknochen wirklich ein primitives Merkmal ist.

Wir müssen also annehmen, dass die Extremitäten der Geckonen und Scincoiden in dieser Hinsicht einen niederen Zustand repraesentieren, welcher sich bei den höheren, meist kletternden Formen infolge der veränderten Lebensweise abgeändert hat.

Im Vorhergehenden haben wir den Versuch gemacht, auf Grund der uns bekannten embryologischen und vergleichend-anatomischen Befunde die Merkmale der anzestralen Organisation im Skelett der freien Extremität der Autosaurier festzustellen und uns so den Bau der vorderen Extremität der Vorfahren dieser Tiere vorzustellen. Wir sind zu dem Schlusse gekommen, dass diese „anzestrale" Extremität aus einer grösseren Anzahl von diskreten Elementen bestand, als wir es bei den rezenten Formen vorfinden, und dass die Evolution in der Richtung der Verminderung der Skelettstücke vorgeschritten ist. Wahrscheinlich war die Extremität der Vorfahren der Autosaurier nach folgendem Typus gebaut:

2	3	4	5	3
I	II	III	IV	V
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
	C_1	C_2		
r_1 r		i	u pi	
R			U	
		H		

Humerus, Ulna und Radius und Metacarpalia stellten wahrscheinlich kurze Knochen vor und die Grössenunterschiede zwischen ihnen und den Elementen des Basipodiums waren lange nicht so bedeutend, wie dies bei den rezenten Formen der Fall ist: die Extremität bestand aus mehr gleichartigen Elementen als jetzt. Ein jedes Metacarpale artikulierte ursprünglich nur mit einem einzigen Carpale distale. Aus dem Umstande, dass die progressive Entwickelung der Elemente der postaxialen Seite des Autopodiums in den frühen Entwickelungsstadien stärker ausgeprägt ist als in späteren und dass sie bei der Entwickelung der distalen Phalangen und bei der Verknöcherung nicht mehr zu Tage tritt, schliesse ich, dass bei den Vorfahren der Autosaurier die postaxiale Seite stärker entwickelt war

als die praeaxiale, d. h. dass auf dieser Seite eine grössere Anzahl von Strahlensegmenten angelegt wurde und dass diese Segmente etwas grösser waren als die der praeaxialen Seite.

Die progressive Evolution äussert sich, von dem soeben beschriebenen Zustande ausgehend, in einer Verminderung der Zahl der Skelettelemente durch Reduktion und Verwachsung einzelner Carpalia (Radiale externum, Intermedium, Centrale radiale) und in der Verlängerung der „langen" Knochen im Vergleich zu den übrigen Elementen des Extremitätenskeletts (hierher gehört auch die Differenzierung der Metacarpalia III und IV im Verhältniss zu den anderen Metacarpalia). Wir sehen, dass bei dieser Evolution erstens progressive, zweitens regressive Veränderungen und drittens (als Folge der beiden soeben erwähnten Prozesse) korrelative Veränderungen (Verschiebungen etc.) zusammenwirken [1]).

---

[1]) Bei den vorhergehenden Erörterungen habe ich die Chamaeleonen nicht in den Kreis meiner Betrachtung gezogen, da so abgeänderte Formen nur wenig für die Beurteilung des Extremitätenbaues der primitiven Reptilien beitragen können. Die Extremitäten von Chamaeleo vulgaris wurden von mir anatomisch untersucht. Auf Grund dieser Untersuchung und der in der Litteratur verstreuten Angaben, gelangen wir zu dem Schlusse, dass die Summe der Unterschiede, welche die Extremität der Chamaeleonen von derjenigen der rezenten Autosaurier trennt, eine sehr bedeutende ist. In den vorderen Extremitäten der Chamaeleonen sehen wir ein auf den ersten Blick befremdendes Zusammentreffen primitiver und adaptiver Merkmale. Die Länge der Elemente des Stylo- und Zeugopodiums, die Form und Lage der Carpalia distalia, das Fehlen des Pisiforme, der Umstand, dass die Metacarpalia in der bekannten Weise mit einander artikulieren, dass die Extremität zu einer Greifzange ausgebildet ist, sind sicher adaptive Merkmale; dagegen ist die Lage der Carpalia proximalia, besonders das Vorhandensein eines Intermedium carpi (das bei den sonst primitiven Ascalaboten und Scincoiden im erwachsenen Zustande fehlt) Merkmale primitiver Organisation. Ob die Kürze und Gleichartigkeit der Metacarpalia ein primitives oder ein adaptives Merkmal darstellt, lasse ich dahingestellt sein. Ich glaube, dass die Chamaeleonen einen Zweig des Autosaurierstammes, welcher sich früh von der gemeinsamen Wurzel abgezweigt und einseitig entwickelt hat, vorstellen. Dieser Schluss ist in Bezug auf die Zusammensetzung des Pl. brachialis der Chamaeleonen (vergl. Kap. VIII) von Interesse.

X.

Die vordere Extremität der ausgestorbenen und rezenten Diapsida.

Auf Grund unserer Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der vorderen Extremität der Autosaurier sind wir zu dem Schlusse gelangt, dass bei den Vorfahren dieser Tiere das Extremitätenskelett (speziell das Autopodium) komplizierter gebaut war als bei den rezenten Formen. Jetzt müssen wir uns von der Richtigkeit dieses Schlusses durch Vergleichung der Autosaurier mit den übrigen Reptilien überzeugen.

Wie bekannt, ist die Ansicht, dass die Pentadactylier primär einen kompliziert gebauten Carpus mit mindestens zwei Centralia besassen, von Gegenbaur ausgesprochen worden; diese Ansicht wurde von einer ganzen Reihe von Forschern vertreten, welche annahmen, dass die Extremität der Protetrapoda entweder fünf (Gegenbaur) oder eine grössere Anzahl von Strahlen besass (Bardeleben, Emery und and.). Aber gerade in der neuesten Litteratur über die Phylogenie des Extremitätenskeletts wird die entegegensetzte Ansicht, dass nämlich die pentadactyle Extremität von einer einfacher gebauten, ein- oder zweistrahligen Urform durch sekundäre Vermehrung der Strahlen entstanden ist, mit Entschiedenheit vertreten. Für eine solche Ableitung der pentadactylen Extremität von einem wenigstrahligen Typus sprachen sich Brühl, Baur ('88) Wiedersheim ('92), Zwick ('97), Schitkow ('99) und Rabl ('01) aus. Alle diese Autoren nehmen an, dass während der Phylogenie der Pentadactylier eine Vermehrung der Finger- resp. Zehenstrahlen durch Sprossung stattgefunden hat.

Systematisch wurde diese Ansicht von C. Rabl, den man als den Hauptvertreter dieser Hypothese ansehen kann, ausgearbeitet. Die Befunde, auf denen diese Auffassung basiert, wurden hauptsächlich beim Studium der Entwickelung und Anatomie der urodelen Amphibien gewonnen, und wir werden weiter unten im Kapitel über die Urodela näher auf dieselben zurückkommen. An dieser Stelle sind für uns nur die Schlussfolgerungen, welche Rabl ('03) in Bezug auf die Phylogenie der Reptilienextremitäten macht, von Interesse. Dabei geht Rabl von seinen an den Amphibien gemachten Beob-

achtungen aus und meint, dass „wir die Elemente des Carpus und Tarsus von drei primären Skelettstücken abzuleiten haben, welche ich in Bezug auf den Carpus als primäres Radiale, primäres Ulnare, und primäres Basale [1]) bezeichnet habe. Das primäre Basale bleibt bei allen Umwandlungen, welche der Carpus erfährt, stets ungeteilt und behält im ganzen Verlauf der Entwickelung und bei allen urodelen Amphibien seine charakteristische Lage an der Basis der zwe ersten Finger bei. Das primäre Radiale zerfällt stets der Quere nach und dann höchstens in zwei Stücke, in das sekundäre Radiale und das erste Basale. Das primäre Ulnare endlich zerfällt während der weiteren Ausbildung der Hand und der Neubildung der Finger an der ulnaren Seite sowohl der Länge als der Quere nach in mehrere Stücke: dasselbe giebt dem sekundären Ulnare und dem Intermedium, dann dem Centrale und endlich dem dritten und vierten Basale den Ursprung". Als Urform des Carpus der Reptilien haben wir nach Rabl eine Form zu betrachten, welche aus folgenden Knochen besteht: Radiale, Intermedium, Ulnare, Pisiforme, Centrale und Basalia (Carpalia distalia) 1—5. In Bezug auf die Lage der Elemente sagt Rabl, dass „das primäre Basale oder Carpale II nach Gegenbaur genau so wie bei den Urodelen an der Basis der beiden ersten Finger gelegen ist und mit den beiden ersten Metacarpalia artikuliert". „Von dieser Urform haben sich am wenigsten die Chelonidae entfernt, deren Carpus nur ein einziges Centrale besitzt—was Rabl's Meinung nach ein primitives Merkmal darstellt—andererseits hat sich der Carpus der Testudiniden und Tryonichiden sehr auffallend von der Urform des Schildkrötencarpus entfernt, da der Carpus... kurz und breit geworden und im Zusammenhange damit sich das bisher einfache Centrale verdoppelt hat". „Das primäre Basale hat seine typische Verbindung mit dem ersten Metacarpale aufgegeben und artikuliert nur mit dem Metacarpale II". Der Carpus der Saurier hat sich nach Rabl nur wenig von der Urform des Reptiliencarpus entfernt, der Carpus der Krokodile ist dagegen stark abgeändert und besteht aus folgenden Elementen: Radiale + Intermedium, Carpale 1 + Centrale, Carpalia distalia 3 + 4 + 5, Carpale distale 2, Ulnare, Pisiforme, also im ganzen nur aus sechs diskreten Elementen, da eine ganze Reihe von Elementen miteinander verwachsen

---

[1]) Carpale 2 zwei nach der Gegenbaurschen Nomenklatur.

sind. Auch der Carpus von Hatteria hat sich in zwei Hinsichten von der Rablschen Urform des Reptiliencarpus entfernt: „erstens erreicht das primäre Basale nicht mehr ganz die Basis des ersten Metacarpale und zweitens sind statt des einfachen, zwei Centralia vorhanden“.

Aus diesen Zitaten geht deutlich hervor, dass nach der Ansicht Rabls diejenigen Reptilien, deren Extremitätenskelett aus einer kleineren Anzahl von Skelettstücken besteht, z. B. ein einziges Centrale besitzen, primitiver gebaut sind als die, welche einen komplizierter gebauten Carpus haben. Offenbar ist das Urteil Rabls über das, was bei den Reptilien als *primitiv* angesehen werden muss, gänzlich auf seiner auf der Phylogenie der Urodelenextremität beruhenden Hypothese begründet: seine Anschauungen über die Phylogenie der Reptilienextremitäten sind lediglich Schlussfolgerungen aus seiner Hypothese über die Phylogenie der Amphibienextremitäten. Wir müssen aber sehen, welche Schlüsse wir über die Phylogenie des Extremitätenskeletts der Reptilien aus der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte der Reptilien selbst ziehen können und inwiefern diese Schlüsse mit der Rablschen Hypothese übereinstimmen.

Um eine Antwort auf die Frage zu geben, wie die Extremitäten der Proreptilien gebaut waren, müssen wir die paläontologischen Befunde an den ältesten uns bekannten Reptilien mit den Resultaten der embryologischen und vergleichend-anatomischen Forschung vergleichen. Eine schöne Zusammenstellung der uns über die primitiven Reptilien bekannten Tatsachen wurde unlängst von Osborn ('03) gegeben. Wie bekannt, teilt Osborn sämmtliche Reptilien in zwei Hauptgruppen, nämlich die Synapsida mit einem einheitlichen Schläfenbogen und die Diapsida mit einem primär doppelten Schläfenbogen. Zu der ersten Gruppe (Synapsida) gehören die Cotylosauria („stem Reptilia“), die Anomodontia und die Sauropterygia, zu der zweiten (Diapsida) die Diaptosauria (Osborn), Phytosauria, Ichtyosauria, Crocodilia, Dinosauria, Squamata und Pterosauria. Die Klassifikation Osborns ist darum interessant, weil er beide Unterklassen nicht nur nach dem Bau der Temporalregion, sondern nach einer ganzen Reihe von Merkmalen, welche sich auf verschiedene Teile des Skelettsystems beziehen, von einander scheidet.

Die primitivsten Diapsida vereinigt Osborn in eine Gruppe der

Diaptosauria (Diaptosauria Superordo nov. Osborn), zu der nach ihm folgende Ordnungen und Unterordnungen gehören:

I. Proterosauria (Seeley)	Proterosaurus, Palaeohatteria.
II. Pelycosauria (Cope)	Naosaurus, Dimetrodon.
III. Rhynchosauria (Ord. nov. Osborn)	Rhynchosaurus, Hyperodapedon.
IV. Procolophonia (Seeley)	Procolophon.
V. Proganosauria (Baur)	Mesosaurus, Stereosternum.
VI. Choristodera (Cope)	Champsosaurus, Symoedosaurus.
VII. Rhynchocephalia (Günther)	Homoeosaurus, Sphenodon.

Da ich nicht Fachpaläontologe bin, so erlaube ich mir kein Urteil über die Richtigkeit der Osbornschen Klassifikation. Für mich ist dieselbe als ein von einem sehr kompetenten Paläontologen gemachter Versuch eine Zusammenfassung der neuesten Resultate der Anatomie des Skelettes der rezenten und ausgestorbenen Reptilien zu geben und den Bau der primitivsten unter ihnen nach der Summe ihrer Merkmale festzustellen von Interesse. Ob die Gruppe der Diaptosauria Osborns, wie sie von ihm aufgestellt ist, in der Wissenschaft bestehen bleiben wird, oder ob neue Befunde eine andere Zusammenstellung der primitivsten Reptilien veranlassen werden, ist für unsere Zwecke, nämlich für die Lösung der Frage von der Phylogenie der Reptilienextremitäten ziemlich gleichgültig, so dass ich in dieser Arbeit die Osbornsche Klassifikation, die uns ein sehr bequemes Uebersichtsbild giebt, vorläufig annehme: es steht jedenfalls fest, dass unter dem Namen Diaptosauria eine Anzahl von sehr primitiv gebauten Reptilienformen vereinigt ist.

Fs lässt sich im voraus sagen, dass wenn wir im Bau ihrer Extremitäten Merkmale, die wir als primitive, niedrige Merkmale bei den Autosauriern (auf Grund embryologischer und vergleichend-anatomischer Befunde) angesehen haben, wiederfinden, wir dieses als eine Bestätigung der Richtigkeit unserer Schlussfolgerungen über die Bedeutung dieser Merkmale gelten lassen können. Wir beginnen unsere Beschreibung mit den Proterosauria. Bei Proterosaurus v. Meyer besteht die vordere Extremität aus folgenden Skelettstücken: H, R, U, r, i, u, C_1, C_2, c_1—c_3, I—V, 2, 3, 4, 5, 3; im Carpus finden wir also ein wohl entwickeltes Intermedium und zwei Centralia;

das Pisiforme fehlt oder ist nicht erhalten geblieben. Im Ganzen besteht der Carpus aus 10 diskreten Elementen; die Phalangenformel ist dieselbe, wie bei den typischen Autosauriern, was insofern interessant ist, als wir hier sehen, dass die starke Entwickelung der postaxialen Seite der Extremität und im speziellen des vierten Fingers schon bei sehr alten, aus der permischen Zeit (Kupferschiefer) stammenden Formen entwickelt war; dasselbe lässt sich auch in Bezug auf das Vorhandensein der zwei Centralia sagen. Die vordere Extremität bei Proterosaurus ist im allgemeinen kürzer als die hintere, der Humerus ist länger als die Knochen des Zeugopodiums und besitzt ein For. entepicondyloideum, die Metacarpalia II, III, IV sind länger als die Metacarpalia I und V.

Von der permischen Palaeohatteria (Credner) sind nur junge Exemplare bekannt: bei dieser Form sind die Arm- und Vorderarmknochen kurz und dick; vom Carpus sind nur acht Knochen erhalten, nämlich r, C, u, c_1—c_5. Der Vergleich mit Sphenodon macht es wahrcheinlich, dass das Fehlen einiger Knochen von dem Alter der Exemplare, welche erhalten geblieben sind, abhängt: wahrscheinlich waren einige Elemente des Carpus, wie z. B. das Intermedium, das zweite Centrale und das Pisiforme noch bei den jungen Tieren knorpelig und sind darum bei der Versteinerung nicht erhalten geblieben.

In Hinsicht auf den Extremitätenbau von Proterosaurus ist es interessant, dass bei Palaeohatteria die Metacarpalia sehr gleichartig, d. h. kurz, dick und von gleicher Länge waren. Die Länge eines jeden Metacarpale übersteigt nicht die Länge der ersten Phalanx des entsprechenden Fingers, und nur das Metacarpale IV ist etwas länger als die anderen. Die Phalangenformel ist 2 3 4 5 3.

Bei den ebenfalls permischen Pelycosauriern ist nach Osborn der Humerus kurz und dick, die Ulna und der Radius sind noch kürzer als der Humerus, der Carpus bestand aus r, u, C, c_1—c_4; die Metacarpalia II, III waren länger als das Metacarpale IV, Metacarpalia I und V waren sehr kurz. Phalangenformel: 2, 3, 4, 5, 3. Neue und sehr interessante Angaben über den Bau des Carpus der Pelycosauria, nämlich von einem dem Dimetrodon incisivus nahe stehenden Dimetrodon aus dem Texas macht Case ('04). Nach seinen Untersuchungen besteht der Carpus aus folgenden Elementen

(T. Fig. 23): einem grossen und langen Radiale, einem ansehnlichen Intermedium, dessen proximales Ende zwischen Radius und Ulna eingekeilt ist, einem sehr grossen Ulnare, zwei wohl entwickelten Centralia (Centrale radiale und ulnare), fünf Carpalia distalia, und einem ulnaren Sesamoid (welches zwischen Ulnare centrale 2 und Carpale 5 liegt und wahrscheinlich das Pisiforme repraesentiert). Im Ganzen besteht also der Carpus aus 11 vollkommen diskreten Elementen. Für uns ist das Vorhandensein zweier Centralia und des Sesamoid ulnare (Pisiforme) bei den Pelycosauriern, ebenso wie der Umstand, dass das Intermedium zwischen den Enden des Radius und der Ulna eingekeilt ist, von besonderem Interesse, da

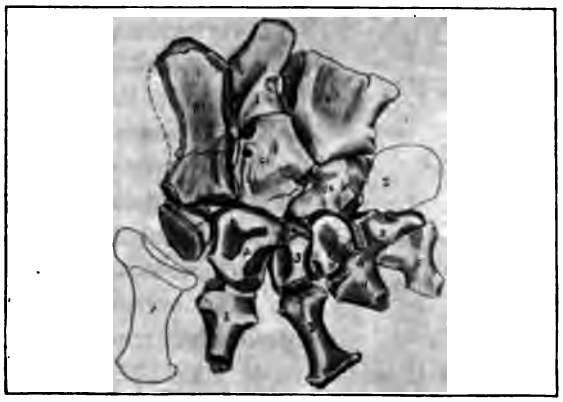


Fig. 23. Demetrodon sp. nach Case, Carpus. R'—Radiale. I—Intermedium. U'—Ulnare. S—Pisiforme. c_1—Centrale 1, c_2—Centrale 2, 1—5 (oben) Carpalia distalia 1—5; 1—5 (unten)—Metacarpalia I—V.

dies Merkmale vorstellen, welche wir nach den embryologischen Untersuchungen an den Autosauriern (auch an den Cheloniern) als primitive bezeichnet haben: hier bestätigen die palaeontologischen Funde die Resultate der embryologischen Forschung vollkommen, da wir bei einer sehr alten und ihren gesammten Bau nach sehr primitiven Form denselben Merkmalen begegnen wie bei den Embryonen der rezenten Formen.

Bei Embolophorus dollovianus Cope besteht der Carpus nach Case ('03) aus folgenden Elementen: r, u, C, c_1—c_5, also aus acht Elementen; der erste Finger ist reduziert, so dass seine Bestandteile sehr klein sind; die Metacarpalia sind kurz und dick und ihrer

Länge nach ordnen sie sich in folgender Weise an: II und III sind länger als die anderen, dann folgt IV, dann V und endlich I. Die Phalangenformel ist 2, 3, 4, 5, 4; das Vorhandensein von 4 Phalangen am fünften Finger verdient eine gewisse Beachtung, da wir dieselbe Formel bei Scincus wiederfinden. Die vorderen Extremitäten der Rhynchosaurier sind ungenügend bekannt, man kann nur sagen, dass diese Tiere sehr kurze Vorderfüsse besassen und dass die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 3 war.

Sehr interessant ist der Bau der vorderen Extremität von Procolophon trigon. Owen (Fig. 24 im Text). Die Extremität ist kurz; am Humerus ist ein For. entepicondyloideum vorhanden, das For. ectepicondyloideum fehlt. Der Carpus besteht aus r (?), i, u, pi, C_1, C_2, c_1—c_4, also im Ganzen aus 10 Elementen. Das Radiale ist nicht gefunden worden, doch lässt sich der Lage der übrigen Elemente des Carpus nach mit Sicherheit sagen, dass es vorhanden war (vergl. Textfig. 24); das Intermedium trennte die distalen Enden von Radius und Ulna und hatte eine längliche Form. Bemerkenswert ist der Umstand, dass bei Procolophon zwei Centralia (C_1, C_2) vorhanden waren, ebenso auch die Lage dieser Centralia: gewöhnlich liegen bei den Reptilien die beiden Centralia transversal, hier aber liegen sie schief hintereinander in proximodistaler Richtung, zwischen Intermedium (i) und Carpale distale 2 (c_2); nur ein Teil des Centrale 2 war wahrscheinlich zwischen dem Carpale distale 1 und dem Radiale (Textfig. 24) eingeschoben. Das Carpale distale 4 ist grösser als die anderen, das Carpale distale 5 fehlt. Die Metacarpalia sind sehr kurz und unterscheiden sich, wie aus der Figur ersichtlich, der Länge nach nur wenig von einander.

Fig. 24. Procolophon trigoniceps Carpus. Aus Osborn nach Broom. Bezeichnunngen wie auf den Tafeln.

Die Phalangenformel war 2, 3, 4, 5, 4; die Anwesenheit einer überzähligen Phalanx am fünften Finger hat gleichfalls ein gewisses Interesse, da wir, wie der Leser sich erinnern wird, derselben Phalangenzahl am fünften Finger bei Scincus officinalis begegnen.

Bei Stereosternum tumidum sind die Knochen des Vorderarms bedeutend kürzer als der Humerus; das Intermedium liegt zwischen den distalen Enden von Ulna und Radius, vom Carpus sind sieben Knochen aufgefunden (i, u, C, c_1, c_2, c_3, c_4), doch ist es wahrscheinlich, dass ein knorpeliges Radiale und ein ebenfalls knorpeliges Carpale distale 5 vorhanden waren. Die Metacarpalia sind verhältnissmässig lang (II, III, IV länger als I und V). Phalangenformel: 2, 3, 4, 5, 3.

Bei Champsosaurus (Choristodera Cope) sind auch Ulna und Radius durch das Intermedium getrennt.

Eine grosse Bedeutung hat für uns der Bau und die Entwickelung des Extremitätenskeletts der Rhynchocephalia vera (Boulenger): bei den ausgestorbenen terrestrischen Formen war der Carpus kompliziert gebaut und bestand, bei Homoesaurus z. B., aus 10—11 Elementen; bei aquatilen Formen waren die knöchernen Elemente des Carpus fast gänzlich reduziert. Der Bau und die Entwickelung der vorderen Extremität von Sphenodon punctatus ist durch die Arbeiten von Günther (67), Bayer (84), Baur (86), G. Osawa (96), Schauinsland (01), Howes und Swinnerton (01) gut bekannt. Sehr wertvolle Angaben über die Entwickelung des Carpus verdanken wir Schauinsland und besonders der schönen Monographie von Howes und Swinnerton. Nach diesen Untersuchungen verläuft die Entwickelung des Extremitätenskeletts bei Sphenodon nach dem Typus, den wir bei den Autosauriern vorgefunden haben. Ganz konstant treten im Carpus folgende Elemente auf: r, i, u, pi, C_1, C_2, c_1—c_5, im ganzen also 11 diskrete Skelettstücke (Textfig. 25). Als eine oft auftretende Variation legt sich aber zwischen Ulnare, Intermedium und Centrale 2 ein kleiner, später verschwindender Knorpel an, welcher nur als ein drittes Centrale gedeutet werden kann (Schauinsland); Howes und Swinnerton haben gleichfalls in einem Falle Spuren eines dritten Centrale nachgewiesen. Von grosser Bedeutung für die Morphologie des Reptiliencarpus ist die Beobachtung Schauinslands, dass an der Volarseite des Radiale ein hakenförmiger Vorsprung, welcher der Lage nach dem Pisiforme entspricht, vorhanden ist; in diesem Vorsprung entsteht später ein selbständiges Verknöcherungszentrum; diese Bildung erinnert sehr an ein rudimentäres Radiale externum, welches, wie wir gesehen haben, auch bei einigen Autosauriern embryonal in rudi-

mentärer Form mit dem Radiale verbunden vorkommt (Mabuia mult.), und ich glaube nicht, dass man dieser Bildung eine andere Deutung geben kann, da ihre Lage vollkommen derjenigen des Radiale externum entspricht. Wir müssen also annehmen, dass dieses Radiale externum sich bei Sphenodon nicht mehr knorpelig als ein diskretes Zentrum anlegt, dass jedoch in der Verknöcherung Spuren seiner früheren Selbständigkeit erhalten geblieben sind; dass solche Fälle vorkommen ist bereits bekannt (vergl. weiter unten das Centrale tarsi von Monitor).

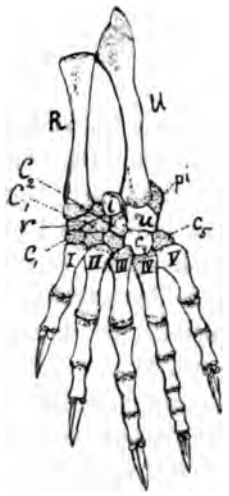


Fig. 25. Sphenodon punctatus, vordere Extremität. Nach Bayer ver. nach Howes (aus Osborn). Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

In dieser Beziehung ist auch das Verhalten der Centralia von Sphenodon von Interesse: die zwei normal sich entwickelnden Centralia legen sich stets als diskrete Bildungen (T. Fig. 25) an (Howes, Schauinsland), doch verwachsen sie beim erwachsenen Tier häufig miteinander, so dass sie einen einzigen transversal liegenden Knochen bilden. Dieser Umstand weist darauf hin, dass bei Sphenodon die Anwesenheit zweier diskreter Centralia den primitiven, ererbten Zustand, die Verschmelzung derselben das neue progressive Verhalten vorstellt und spricht, ebenso wie bei den Autosauriern und den ältesten Diaptosauriern beobachteten Tatsachen, *gegen die Annahme, dass bei den Reptilien zwei Centralia durch die sekundäre Teilung eines primär einheilichen centralen Elements entstanden sind.*

Dem allen nach lässt sich für Sphenodon folgende Formel für die vordere Extremität aufstellen; der Carpus besteht also mindestens aus 11 Elementen, wahrscheinlich jedoch aus einer grösseren Anzahl derselben (C_3, r_1). Die Länge der einzelnen Elemente des Zeugopodiums und der Metacarpalia bei Sphenodon wurde von mir an dem von mir untersuchten Exemplar gemessen und diese Messung ergab folgende Zahlen: U = 25 mm; R = 21 mm; Metacarpalia I = 7 mm; II = 9 mm; III = 10 mm; IV = 9 mm; V = 7 mm; wenn wir nach dem Vorhergehenden die Länge des Metacarpale I = 1

annehmen, so bekommen wir folgende Zahlen:

I	II	III	IV	V
1	1,3	1,4	1,3	1

2	3	4	5	3
I	II	III	IV	V
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
	C_1	C_2	(C_3?)	
r_1—r			u	
		i		pi
	R		U	
		H		

Wir sehen also, dass die Metacarpalia I, II, III etwas länger sind als die Metacarpalia I und V; wenn wir diese Zahlen mit den auf Seite 242 angeführten vergleichen, so finden wir, dass die Längenunterschiede zwischen den einzelnen Metacarpalia etwas grösser sind als bei den niederen Autosauriern (Ascalaboten, Scincus), aber kleiner als bei den höheren Autosauriern. Auch bei Palaeohatteria sind die Metacarpalia gleichartiger und kürzer als bei Sphenodon.

Von den höheren Diapsida werden wir an dieser Stelle nur den Skelettbau der rezenten Krokodilier besprechen, weil die Entwickelung ihrer vorderen Extremität meines Erachtens nach zur Aufklärung der Verhältnisse bei den niederen Formen und der Richtung, welche die Evolution der vorderen Extremität bei den höheren Reptilien eingeschlagen hat, beitragen kann. Die Entwickelung des Krokodilcarpus ist von W. Kükenthal (93) eingehend studiert worden; die Textfig. 26 ist eine Kopie der Fig. 1 der Taf. II Kükenthals und stellt einen Flächenschnitt durch den Carpus von Crocodilus biporcatus dar. Auf diesem Schnitt sehen wir nach Kükenthal folgende Elemente: Radiale (r), Ulnare (u), Intermedium (i), Centrale (C) und Carpalia distalia 1—4. Im Zusammenhang mit dem Radiale (r) ist noch ein Element, welches Kükenthal als y bezeichnet und

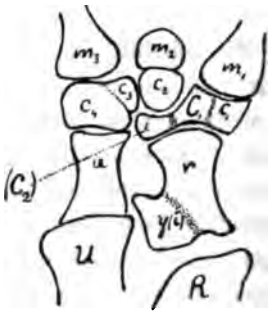
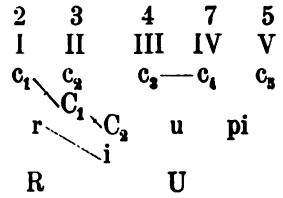


Fig. 26. Schnitt durch den Carpus eines Krokodilembryos, nach W. Kükenthal. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

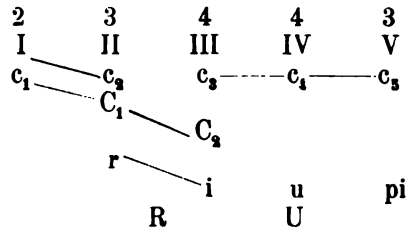
über dessen Bedeutung er sich nicht klar ist, vorhanden. Beiläufig giebt Kükenthal jedoch zu, dass eine andere Deutung der von ihm beschriebenen Elemente des Krokodilcarpus als die soeben erwähnte, möglich ist: er meint, dass das am meisten nach innen gelegene Knorpelzentrum (i) entweder die ursprüngliche Anlage des Intermediums oder aber ein weiteres Centrale darstellt. In letzterem Falle „würde dann als Intermedium ein in Fig. 1 (unsere Textfig. 26) mit y bezeichneter Teil des Radiale anzusprechen sein, welcher zwischen Ulna und Radius liegt und durch eine Schicht enger aneinander liegender Zellen von dem übrigen Teil des Radiale getrennt ist". Wenn wir diese letzte Erklärung annehmen, so hätten wir folgende Deutung der Elemente des embryonalen Krokodilcarpus.



Mir scheint, dass diese Deutung die einzige richtige ist; wenn wir nämlich die Textfig. 26 mit der Textfig. 25, die den Carpus von Sphenodon darstellt, vergleichen, so sehen wir, dass die Lage von y bei Crocodilus vollkommen derjenigen des typischen Intermediums bei Sphenodon entspricht. Ein Intermedium aber, welches dieselben Beziehungen zu den Nachbarteilen, wie beim Krokodilembryo das Element (C_2) i bewahrt, finden wir bei keinem Reptil mit typisch entwickelten Extremitäten und ist diese Lage dagegen für das Centrale typisch. Darum glaube ich, dass wir genötigt sind anzunehmen, dass die Crocodilia im embryonalen Zustande zwei Centralia besitzen.

Aus den Untersuchungen Kükenthals geht deutlich hervor, dass die Krokodilier im embryonalen Zustande einen recht kompliziert gebauten Carpus, der aus nicht weniger als aus 11 Elementen besteht, besitzen. Die Veränderungen, welche diese Anlagen während der nachfolgenden Entwickelung erfahren, sind sehr bedeutend: wir wissen, dass das Radiale und Intermedium schon in frühen Entwickelungsstadien miteinander verbunden sind; später verschwindet

die Grenze zwischen ihnen vollständig (r + i); weiter verwachsen Carpale distale 1, Centrale 1 und Centrale 2 und bilden ein einheitliches Stück. Auch die Carpalia distalia 3, 4 und 5 verschmelzen zu einem einzigen Skelettelement. Endlich verwächst das Carpale distale 2 mit dem Metacarpale I, so dass der Carpus des erwachsenen Krokodils aus folgenden Komplexen primär selbständiger Elemente besteht: (r—i), (c_1—C_1—C_2), (c_3—c_4—c_5), (c_2—I); als selbständige Elemente bleiben nur das Ulnare (u) und das Pisiforme (pi) erhalten. Für die vordere Extremität des erwachsenen Krokodils erhalten wir also die Formel:



Kükenthal fand bei den Embryonen von Crocodilus, dass an den zwei postaxialen Fingern eine grössere Anzahl von Phalangen vorkommt als bei dem erwachsenen Tier, und zwar sieben Phalangen am vierten und fünf am fünften Finger, so dass die Phalangenformel beim Embryo 2, 3, 4, 7, 5 ist; bei dem erwachsenen Krokodil vermindert sich diese Zahl durch Verschmelzung der Endphalangen an den beiden letzten Fingern, so dass die für das erwachsene Tier gültige Formel 2, 3, 4, 4, 3 ist. Kükenthal fasst diese Beobachtung als Zeugniss dessen auf, dass die Vorfahren der Krokodilier an den beiden letzten Fingern eine grössere Anzahl von Phalangen besassen, und ich bin der Ansicht, dass diesen Befunden wohl kaum eine andere Deutung gegeben werden kann, wenigstens für die Krokodilier. Ob dieser Schluss augenblicklich auch auf die übrigen Diapsida erweitert werden kann, erscheint mir noch sehr fraglich. Dagegen erscheint nach allem Dargelegten die Tatsache, dass die Phalangenformel alle für Diaptosauria nicht kleiner als 2, 3, 4, 5, 3 gewesen ist, als vollkommen unwiderlegbar und die Abweichungen von dieser Formel, wo wir einer kleineren Zahl von Phalangen begegnen, sind als Reduktionserscheinungen zu betrachten.

Wir finden also, dass obgleich die vordere Extremität der Krokodilier im erwachsenen Zustande uns stark agbeänderte Verhältnisse zeigt, wir in der embryonalen Entwickelung derselben auf einen sehr primitiven Bau stossen, welcher dem, was wir bei den primitivsten Diaptosauriern (Proterosaurus, Procolophon, Sphenodon) vorfinden, sehr ähnlich ist. Wir können mit Bestimmtheit sagen, dass bei den Krokodiliern der komplizierte Bau d. h. die aus einer grossen Anzahl von diskreten Elementen (im Autopodium) bestehende Extremität, den ursprünglichen, der einfache Bau (kleinere Zahl der Elemente) den abgeleiteten Zustand repraesentiert, da dieser letztere während der Embryonalentwickelung durch Verwachsung der Elemente untereinander ensteht.

Wir haben im Vorhergehenden den Bau der Extremitäten der niedersten Diapsida geschildert, und müssen denselben jetzt mit den Ergebnissen der Entwickelung und des Baues der rezenten Autosaurier vergleichen, um die Richtigkeit der von uns gemachten Schlussfolgerungen zu kontrollieren.

Im Stylo- und Zeugopodium sind die drei typischen Elemente, H, U, R stets wohl entwickelt. Bei den Diaptosauriern sind diese Elemente oft kurz und dick und dieser Umstand bestätigt unsere aus der embryologischen Untersuchung an den Autosauriern gezogene Schlussfolgerung, dass diese Merkmale primitiver Natur sind. Ulna und Radius haben bei den Diaptosauriern häufig eine divergente Lage und das Intermedium schiebt sich zwischen dieselben ein: diese divergente Lage der Elemente des Zeugopodiums haben wir bei den Embryonen der Autosaurier in sehr frühen Entwickelungsstadien festgestellt. Bei den Autosauriern war jedoch das Intermedium schwach entwickelt (rudimentär) oder dasselbe fehlte ganz; bei den Diaptosauriern ist es gewöhnlich gut entwickelt und ist zwischen den distalen Enden von Radius und Ulna gelegen: wir können denken, dass *die divergente Lage der Elemente des Zeugopodiums und die des Intermediums miteinander in einem gewissen Zusammenhang stehen*, dass nämlich das Intermedium primär zu den Elementen des Zeugopodiums gehörte und zwischen Ulna und Radius lag, und nur im Laufe der Entwickelung in die Basipodiumregion getreten ist. Die in frühen Entwickelungsstadien (Fig. 12, 13) auftretende Divergenz der beiden Knorpel des Zeugopodiums bei den Autosauriern wäre dann eine embryologische Remeniszenz dieses

Verhaltens. In der hinteren Extremität, wo dass Intermedium gänzlich in die Basipodiumregion übergetreten ist und nicht mehr als selbständiges Element auftritt, ist dieses Verhalten verschwunden und Tibia und Fibula liegen einander parallel. Wir werden im Laufe dieser Untersuchung sehen, dass die Beobachtungen über die Entwickelung des Extremitätenskelettes der Amphibia urodela zu Gunsten dieser Ansicht sprechen: für uns ist es von Wichtigkeit, dass die Beobachtungen an den Reptilien uns zu demselben Resultat führen.

Was die übrigen Bestandteile des Carpus anbetrifft, so sind *Radiale ulnare, ein Centrale* und *fünf Carpalia distalia* durchaus konstante Elemente des Carpus. Bei Proterosaurus, Sphenodon, Procolophon, wahrscheinlich auch bei Homoeosaurus sind zwei Centralia carpi wohl ausgebildet. Ob Palaeohatteria ein zweites (knorpeliges) Centrale und ein Intermedium besessen hat, wissen wir nicht, doch macht das Verhalten bei Sphenodon und Proterosaurus diese Vermutung nicht ganz unwahrscheinlich. Bei anderen, ebenfalls sehr alten permischen Formen, wie z. B. Stereosternum, Champsosaurus, finden wir nur ein einziges Centrale carpi wie bei den meisten rezenten Autosauriern.

Der Umstand, dass wir zwei Centralia bei verschiedenen und einander nicht ähnlichen Ordnungen der Diaptosaurier, wie z. B. bei den Proterosauriern, den Procolophoniern (welche man ja zu den Anomodontia rechnete) und den Rhynchocephalien finden, ist für die Phylogenie des Carpus wichtig: *sie spricht entschieden dafür, dass all' diese Formen sich von einer Urform, welche einen kompliziert gebauten Carpus mit mindestens zwei Centralien besass, abgezweigt haben; auch die Beobachtungen am Krokodil und an den Autosauriern (Polychrus) sprechen zu Gunsten dieser Ansicht.* Die entgegengesetzte Annahme, dass nämlich die nur ein einziges Centrale aufweisenden Formen das primitive Verhalten bewahrt haben, stösst auf sehr grosse Schwierigkeiten und erscheint höchst unwahrscheinlich: wir müssten dann annehmen, dass sich bei allen diesen Formen zwei Centralia unabhängig von einander ganz in derselben Weise differenziert haben (und dasselbe müsste auch für die Synapsida gelten). Gegen diese Annahme sprechen gleichfalls die embryologischen Beobachtungen am Reptiliencarpus: wir sehen als eine allgemeine Regel, dass die Entwickelung *von komplizierteren Verhält-*

nissen zu einfacheren hinstrebt, d. h. dass sich embryonal eine grössere Anzahl von mehr oder wenigen diskreten Elementen anlegt und dass sich im Laufe der Entwickelung die Zahl dieser Elemente durch Verwachsungen und Atrophie vermindert (Autosaurier, Sphenodon, Krokodil). Aus diesen Gründen glaube ich, dass in Bezug auf den Carpus der Diapsida die Hypothese Rabls, dass die Vorfahren dieser Tiere primär einen einfach gebauten Carpus mit einem einzigen Centrale besassen, mit den embryologischen und palaeontologischen Tatsachen in keinem Einklange steht und daher beiseite gelassen werden muss. Dasselbe, was wir über die Centralia gesagt haben, könnten wir auch auf das Radiale externum anwenden: die Befunde bei Sphenodon und den Autosauriern machen es wahrscheinlich, dass das Radiale externum ein sehr altes Erbstück der Reptilien darstellt, welches früher bei denselben wohl entwickelt war, jetzt aber auf dem Wege der Reduktion steht.

Alle bekannten Diaptosaurier besassen die typischen fünf Metacarpalia und die Phalangenformel war gewöhnlich 2, 3, 4, 5, 3, also dieselbe wie bei den Autosauriern: wir sehen also, dass die Phalangenformel der Autosaurier und im speziellen die bedeutende Anzahl der Phalangen am dritten und vierten Finger keine Neubildung darstellt.

Gewöhnlich haben die Diaptosaurier ziemlich kurze und dicke Metacarpalia; die mittleren drei Metacarpalia sind gewöhnlich etwas länger als die Randelemente. Bei Palaeohatteria und Procolophon finden wir auffallend kurze und dicke Metacarpalia von sehr gleichmässiger Länge, so dass zwischen diesen Vertretern der Diaptosaurier und den niederen Formen der Autosaurier eine auffallende Aehnlichkeit in dieser Beziehung besteht.

Aus diesem Vergleich des Skelettbaues der vorderen Extremität der Diaptosaurier mit dem der Autosaurier kommen wir zu dem Schlusse, dass wir alle diejenigen Merkmale, welche wir aus embryologischen und vergleichend-anatomischen Gründen bei den Autosauriern als primitive anerkannt haben, d. h. kurze Knochen im Stylo-, Zeugo- und Metapodium, einen kompliziert gebauten Carpus etc., bei den ältesten Vertretern der Diapsida wiederfinden. Wir müssen jedoch annehmen, dass diese Merkmale schon bei den Diaptosauriern nicht allgemein verbreitet waren, und selbst bei diesen standen manche von den primitiven Merkmalen auf dem Wege der Reduktion.

Die vorderen Extremitäten der anderen Diapsida (Ichtyosauria, Phytosauria, Dinosauria, Pterosauria) weisen eine starke Spezialisierung auf und haben sich von dem primitiven Bau weit entfernt. Auf einen ausführlichen Vergleich der Extremitäten dieser Gruppen mit den soeben besprochenen Formen will ich nicht näher eingehen. Bei den Ichtyosauriern scheint der Carpus aus folgenden Elementen: r, i, u, pi, C_1, C_2, c_2—c_5 bestanden zu haben (obgleich es nicht ganz leicht ist, die Bedeutung der einzelnen Elemente festzustellen), so dass der Carpus einen primitiven Bau besass. Ich nehme mit der Mehrzahl der Autoren an, dass die Extremität der Ichtyosaurier infolge der aquatilen Lebensweise sekundär abgeändert ist.

Der Vergleich der Extremitäten der Dinosaurier und Pterosaurier mit denjenigen der Autosaurier und Diaptosaurier führt uns zu dem interessanten Schlusse, dass die Extremitäten der rezenten Autosaurier sich weniger von denen der permischen Diaptosaurier, als von denen der zur Jura- und Kreideperiode gehörenden Dinosaurier und Pterosaurier unterscheiden. Dies ist besonders in Bezug auf die Dinosaurier, welche eine sehr formenreiche Gruppe bildeten, interessant; bei ihnen sind z. B. die Finger mehr oder weniger reduziert (4, 3 funktionierende Finger), die Zahl der Carpalia ist sehr oft vermindert, die Phalangen verkürzt und ihre Zahl vermindert etc.

Wie bekannt, sind von den Autosauriern sehr wenig palaeontologische Reste erhalten geblieben, aber auf Grund der embryologischen und anatomischen Befunde müssen wir schliessen, dass sie sich von einer sehr niedrig stehenden Gruppe der primitiven Reptilien abgezweigt haben und während ihrer langen phylogenetischen Entwickelung viel weniger verändert haben als manche von den ausgestorbenen Reptilien z. B. die Dinosaurier und Pterosaurier, und viele Züge der primitiven Organisation ihrer Vorfahren beibehalten haben. In dieser Beziehung stimmen die Resultate meiner Untersuchung der Entwickelung und Anatomie des Skelettes der freien Extremität der Autosaurier vollkommen mit denen Fürbringers überein, zu denen letzterer auf Grund der Untersuchung des Skelettes des Schultergürtels und der Schultermuskeln der Extremitäten gelangt ist.

XI.

Die vordere Extremität der ausgestorbenen und rezenten Synapsida.

Im vorigen Abschnitt haben wir versucht die Extremitäten der rezenten und ausgestorbenen Diapsida miteinander zu vergleichen und den primitiven Typus der Reptilienextremität zur rekonstruieren. Jetzt müssen wir auch die Synapsida in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen und die Richtigkeit unserer Schlussfolgerungen auch an diesem Material prüfen.

Wir haben gesehen, dass Rabl die Extremitäten der Chelonier und speziel die der Cheloniden und Dermocheliden als äusserst primitive Extremitäten, welche sich nur wenig von dem Urtypus der Reptilienextremität entfernt haben, ansieht. Dieser Autor meint, dass der Carpus der Cheloniden sich nur insofern von dieser Urform unterscheide, „als Ulnare und Intermedium etwas grösser gewesen sein werden als bei dieser"; im Carpus der Emyden, Testudiniden und Tryonichiden hat sich das bisher einfache Centrale verdoppelt, „das primäre Basale hat seine typische Verbindung mit dem ersten Metacarpale aufgegeben und artikuliert nur mit dem Metacarpale II. Das vierte Basale endlich, das sonst seine Nachbarn stets an Grösse übertrifft, kann zwar noch ein wenig grösser sein als diese, unterscheidet sich aber gewöhnlich nicht mehr von ihnen". „So stellt sich uns also der Carpus der Seeschildkröten als der bei weitem ursprünglichere dar und zeigt sich in einem entschiedenen Gegensatz zu dem aller übrigen Schildkröten".

Wir müssen uns nun der Frage zuwenden, ob diese Ansicht oder die entgegengesetzte, dass nämlich der kompliziertere Bau des Carpus mit zwei Centralia etc. (Rosenberg) den primitiveren Zustand bei den Schildkröten vorstellt, dem wirklichen Tatbestand entspricht.

Leider ist es nicht leicht, sich eine einheitliche Auffassung des Baues der vorderen Extremität und im speziellen des Autopodiums der Schildköten zu bilden, da ihre Entwickelungsgeschichte nur ungenügend bekannt ist. Eingehende Untersuchungen besitzen wir nur über Emys; andere Formen, deren Carpus für uns sehr interessant ist wie z. B. Emydura Crefftii, Trachemys elegans u. and.

sind, so viel ich weiss, bis jetzt nicht embryologisch untersucht worden.

Gegenbaur ('64) ging bei seinen Betrachtungen über den Bau der Reptilienextremität von dem Carpus von Chelydra serpentina, der seiner Ansicht nach einen primitiven Zustand vorstellt, aus. Der Carpus der erwachsenen Chelydra besteht aus 9 diskreten Elementen, nämlich r, i, u, C, c_1—c_3. Baur hat den Carpus von Chelydra einer Nachuntersuchung unterworfen (89) und giebt an, dass im Carpus von Chelydra zwei Centralia vorhanden sind, so dass der Carpus sich aus folgenden Elementen zusammensetzt: r, i, u, pi, C_1, C_2, c_1—c_5, also im ganzen aus 11 Elementen besteht. Dieselben Elemente findet er bei Chelemys victoriae und Chelodina longicollis vor, obgleich ihre Lage (wenigstens nach den Zeichnungen Baur's zu urteilen) eine etwas andere ist als bei Chelydra. Bei Chelydra grenzt das Centrale radiale proximal an den Radius, bei Chelodina und Chelemys berühren sich Radius und Centrale 1 nicht. Der Unterschied in der Deutung der Elemente des Chelonier-Carpus zwischen Gegenbaur und Baur besteht also darin, dass Baur das Gegenbaur'sche Radiale als Centrale 1 (Centrale radiale) und das radiale Sesambein der Schildkröten (Gegenbaur) als ein Radiale auffasst, also nur in der Deutung, nicht in den tatsächlichen Befunden selbst, da Gegenbaur das „radiale Sesambein"=Radiale Baurs wohl kannte; als er jedoch die jetzigen Bezeichnungen der Elemente des Carpus aufstellte und damit die von ihm erschlossenen Homologien ausdrückte, rechnete er dieses Element, da er bei den Urodela kein Homologon desselben fand, nicht zu den kanonischen Bestandteilen des Carpus (ebenso, wie das Pisiforme). Als Radiale bezeichnete Gegenbaur ein proximales Carpale, das unmittelbar mit dem distalen Ende des Radius artikuliert und so zu sagen seine Fortsetzung bildet. Baur nimmt an, dass dieses „radiale Sesambein" (Radiale accessorium, radiales Radienelement, Radiale externum) ein kanonisches Carpale ist, und bezeichnet es als Radiale, homologisiert es also mit dem Radiale der Urodela, und er ändert darum auch die Bezeichnung der anderen Elemente der radialen Seite des Carpus der Schildkröten.

Neue Daten über die in Rede stehenden Elemente des Carpus der Schildkröten verdanken wir Rosenberg (92). Wie oben bereits erwähnt, besteht das beim erwachsenen Emys lutaria einheitliche

Radiocentrale (Radiale Gegenbaurs) embryonal aus drei Elementen, dem Radiale, dem Centrale radiale (1) und dem Centrale ulnare (2); die beiden ersten legen sich von Anfang an im Zusammenhange mit einander an ($r - C_1$), C_2 ist dagegen ursprünglich ein selbstständiges Element und verwächst mit dem $r—C_1$ nur im Laufe der späteren Entwickelung. Das radiale Sesambein Gegenbaurs (radiales Radienrudiment Rosenbergs, unser Radiale externum) legt sich viel später an, verwächst aber gleichfalls mit dem Komplex $r—C_1—C_2$, so dass wir bei dem erwachsenen Tier (proximal) an der radialen Seite des Carpus einen Komplex von vier Elementen antreffen, $r_1—r—C_1—C_2$.

Bezüglich der Baur'schen Auffassung, dass das Accessorium radiale das eigentliche Radiale vorstellt, meint Rosenberg folgendes: „es hat sich aus der vorliegenden Untersuchung ergeben, dass der ursprünglich als Radio-centrale (Centrale-Radiale) bezeichnete Carpusbestandteil eine Komposition aus drei Stücken in relativ frühen Stadien erkennen lässt und, wenn man nun nicht die durch nichts zu rechtfertigende und deshalb unzulässige Annahme machen will, dass diese drei Stücke drei Centralia seien und ein Radiale fehle oder nur im radialen Sesambein zu erkennen sei, so geht hieraus hervor, dass Emys ein mit zwei Centralien verschmelzendes Radiale besitzt, und ausserdem ist bei Emys noch das radiale Sesambein vorhanden. Dieses kann also ein Radiale nicht sein".

In einer Erwiderung auf die Einwände Rosenbergs (Baur 92) meint Baur, dass an seiner Deutung der Verhältnisse nicht gerüttelt werden kann; zum Beweis seiner Anschauung giebt er die Abbildungen des Carpus von Sphenodon, Emydura crefftii, Trachemys elegans und Emys, welche seiner Ansicht nach eine überzeugende vergleichend-anatomische Reihe bilden. Das Radiale von Sphenodon homologisiert er mit dem radialen Sesambein (Radiale externum) von Emys. In dieser Polemik gewann die Frage von den radialen Bestandteilen des Carpus der Reptilien wenig an Klarheit.

Wie oben bereits erwähnt, fand Emery (94) bei Lacerta ein Radiale externum, also ein Element, welches der Lage nach dem „radialen Sesambein" der Chelonier entspricht. In Bezug auf dieses Element bemerkt er, dass man es mit dem Radiale Autorum homologisieren und demnach das Radiale (aut.) von Lacerta als ein Centrale ansehen könne. Doch findet er, die Lage der Arteria per-

forans carpi in Betracht ziehend (in dieser Schrift) diese Homologisierung unzulässig und meint, „dass im Carpus von Lacerta das Radiale des Erwachsenen zwei Elemente enthält, ein Radiale und ein Radiale externum, und nur ein einziges Centrale“, welches wahrscheinlich dem Centrale radiale von Sphenodon, vielleicht aber zwei zusammengeflossenen Centralien entspricht [1]). Später ändert Emery (98) diese seine Auffassung auf Grund der Befunde bei Eryops und Archegosaurus und nähert sich der Ansicht Baurs. Er nimmt an, dass das Radiale externum (radiales Sesambein) das wirkliche Radiale, d. h. das Homologon des Radiale der Urodela und der Stegocephale, und das Radiale Gegenbaurs und Rosenbergs ein proximales Centrale, welches er als Paracentrale bezeichnet, vorstelle. In Bezug auf den Carpus der Schildkröten nimmt er an, dass bei Emydura das Paracentrale (pc) mit dem Intermedium verwachse, sonst aber alle Elemente des Carpus von Eryops vorhanden seien: diese Auffasung des Carpus der Schildkröten (Emydura) nach Emery liesse sich durch folgende Formel ausdrücken:

$$\begin{array}{ccccc} c_1 & c_2 & c_3 & c_4 & c_5 \\ & C_1 & & C_2 & \\ r\ pc & — & i & u\ pi & \\ R & & & U & \end{array}$$

Die Ansichten der verschiedenen Autoren über die Homologien der Elemente der proximalen Reihe des Carpus der Reptilien sind anschaulich in der folgenden Tabelle (Seite 266) dargestellt.

Eigentlich sind hier zwei ganz verschiedene Fragen mit einander vereinigt, erstens die Frage von der Zusammenzetzung des Carpus der Reptilien und zweitens die Frage von der Homologisierung des Carpus der Reptilien und Amphibien. Auf die erste dieser Fragen lässt sich schon jetzt eine bestimmte Antwort geben, die Besprechung der zweiten müssen wir jedoch bis zum Kapitel über die Extremitäten der Amphibien verlegen.

In der Wahl der beiden widersprechenden Auschauungen Rosenbergs und Baurs muss ich, auf Grund meiner Untersuchungen über den Reptiliencarpus überhaupt und den Carpus der Schildkröten im

---

[1]) Vergl. unsere Beobachtungen über die Radialia von Polychrus.

Gegenbaur (64)	radiales Sesambein.	Radiale		Centrale	Intermedium	Ulnare
Baur (89, 92)	Radiale	Centrale I.		Centrale 2	Intermedium	Ulnare
Rosenberg (92)	radiales Radienrudiment (Accessor. rad.)	Radiale-	Centrale 1 (Centr. rad.)	Centrale 2 (Centr. uln.)	Intermedium	Ulnare
Emery (94)	Radiale extern. (Carpus praepol.)	Radiale	Centrale 1 (Centr. rad.)		Intermedium	Ulnare
Emery (98)	Radiale	Paracentrale	Centrale 1 (Centr. rad.)	Centrale 2 (Centr. uln.)	Intermedium	Ulnare

speziellen, entschieden Rosenberg recht geben. Mir scheint, dass Baur nicht genügend die embryologischen Befunde Rosenberg's und die Schlussfolgerungen aus denselben gewürdigt hat. Wenn wir die Textfig. 11 (S. 151) betrachten, so erkennen wir in der proximalen Region des Carpus folgende Elemente: an der postaxialen Seite des Carpus das Ulnare, dann zwischen den distalen Enden der Ulna und des Radius das grosse Intermedium (u, i, Textfig. 11); die Bedeutung dieser Elemente ist, so viel ich weiss, keineswegs eine zweifelhafte. Zwischen u, i, c_3, c_4, liegt ein Centrale, dass Centrale ulnare oder 2 (C_2); zwischen dem distalen Ende des Radius und dem Intermedium (proximal), dem Centrale 2 (C_2) (lateral) und den Carpalia distalia 1 und 2 (distal) liegt die Anlage $r + C_1$. Wenn wir die Homologisierung Baurs annehmen wollten, so müssten wir diese Anlage für ein Centrale 1 halten; doch spricht die Form der Anlage entschieden gegen die Annahme, dass wir hier ein einziges Element vor uns haben: wir sehen, dass bei Emys die meisten Carpalia (u, C_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5) bei ihrem ersten Auftreten die Form runder Vorknorpelinseln haben. Hier dagegen haben wir ein langes, transversal gestelltes Skelettelement, welches der Grösse nach die Stelle zweier Carpalia distalia einnimmt und dessen Zusammensetzung aus zwei Elementen durch eine Einschnürung deutlich gekennzeichnet ist (Textfig. 11. $r—C_1$). Ganz dieselbe Lage nehmen bei Sphenodon das embryonale Radiale und das Centrale 1 (Radiale) ein. Das Radiale externum von Emys legt sich, wie wir wissen, viel später lateral vom Radiale Autorum an. Ich nehme also an, dass sich bei Emys (und wahrscheinlich auch bei den anderen Cheloniern) zwei Centralia (C_1 und C_2) und zwei Radialia (das Radiale und das Radiale externum, r und r_1) anlegen. Das Radiale externum halte ich nicht für ein Sesambein, sondern für ein kanonisches, den übrigen Carpalia gleichwertiges Element und darin unterscheidet sich meine Auffassung von derjenigen der älteren Autoren. Bei den Autosauriern bestehen zwei Radialia (r und r_1), welche der Lage nach vollkommen denjenigen von Emys entsprechen.

Es tritt nun die Frage an uns heran, wie sich Sphenodon in dieser Beziehung verhält? Baur homologisiert das Radiale externum (radiales Sesambein, Radiale accessorium) von Emys mit dem Radiale Autorum von Sphenoden, und hält diese Homologisierung für einen Beweis zu Gunsten seiner Ansicht über die Zusammensetzung

des Reptiliencarpus. Die neueren Befunde über die Entwickelung des Carpus von Sphenodon lassen jedoch diese Homologisierung höchst zweifelhaft erscheinen. Wir haben schon bemerkt, dass bei Sphenodon ein Homologon des Radiale externum der Autosaurier und Chelonier vorhanden ist. Schauinsland ('01) meint in dieser Frage folgendes: „genau in derselben Weise, wie dieses Pisiforme auf dem Ulnare nach der Volarfläche vorspringt, erhebt sich später auf dem Radiale ebenfalls nach dieser Seite hin ein Hakenförmiger Fortsatz. Derselbe besteht nie als ein selbständiges Stück, sondern stellt nur einen Auswuchs des Radiale dar. Bei der späteren der Verknöcherung vorangehenden zentralen Verkalkung beginnt letztere an zwei Stellen, im basalen Teil und im Haken des Radiale; sehr bald jedoch verschmelzen diese beiden Kerne". Diese Beobachtung Schauinslands kann nur in der Weise gedeutet werden, dass wir den *Haken* des Radiale, der dieselbe Lage wie das Pisiforme einnimmt und dessen Verknöcherung von einem selbständigen Centrum aus beginnt *mit dem Radiale externum der Autosaurier und der Schildkröten homologisieren müssen.* Bei Sphenodon finden wir eine grosse Aehnlichkeit mit dem, was wir bei Mabuia, wo die Homologisierung des lateralen Teils (r_1) der radialen Anlage mit dem Radiale externum von Lacerta ausser Zweifel ist, beschrieben haben. Das Radiale externum von Sphenodon ist ebenso wie bei Mabuia mit dem Radiale verwachsen und seine frühere Selbständigkeit äussert sich nur in seiner Lage und dem Verknöcherungsprozess. Wir sehen hier gleichfalls dasselbe Verhalten, wie in dem Falle des Centrale tarsi von Ascalabotes oder von Monitor. Auf diese Weise ist es für mich ausser Zweifel, dass das Radiale des erwachsenen Sphenodon ein komplexes Element, welches dem Radiale + Radiale externum der Autosaurier und der Schildkröten entspricht, repraesentiert.

Aus dem soeben Gesagten folgt aber, dass die von Baur angenommene Homologisierung des Radiale des erwachsenen Sphenodon mit dem Radiale externum der Schildkröten hinfällig ist und demnach müssen wir folgende Homologisierung der proximalen Elemente des Reptiliencarpus annehmen:

Lacerta (Embryo) . . .	r_1	r	—	C_2	i	u	pi
Lacerta (erwachsen) . .	r_1+r		—	C_2	i	u	pi

Mabuia (Embryo) . . .	r_1+r	—	C_2	i	u	pi
Sphenodon (Embryo) .	r_1+r	C_1	C_2	i	u	pi
Emys (Embryo)	r_1	$r+C_1$	C_2	i	u	pi
Emys (erwachsen) . .	$r_1+r+C_1+C_2$			i	u	pi

Wir sind zu dem Schlusse gekommen, dass bei Vertretern von drei systematisch weit von einander entfernten Gruppen (Autosaurier, Diaptosaurier, Chelonier) eine vollständige Homologie der proximalen Elemente des Carpus besteht. Wir können aus diesen Tatsachen zwei weitere Schlüsse ziehen: nämlich, dass im Carpus der gemeinsamen Vorfahren der Diapsida und der Synapsida, also der Vorfahren der Reptilien überhaupt zwei proximale radiale Elemente, zwei Radialia und mindestens zwei Centralia vorhanden waren. Auf die Chelonier zurückkommend, müssen wir annehmen, dass der embryonale Carpus der Emyden mit zwei Centralia und zwei Radialia den primitiven Zustand vorstellt, während der Carpus der Cheloniden mit einem Centrale den abgeleiteten, aus diesem primären Zustande entstandenen neueren repraesentiert. Der ganze Entwickelungsmodus der Reptilienextremität spricht zu Gunsten dieser Auffassung und gegen diejenige Rabls, dessen Ansicht von seiner allgemeinen Theorie und speziell von seinen Beobachtungen über die Amphibien stark beeinflusst ist; in einem der folgenden Kapitel werden wir uns davon überzeugen, dass auch diese Beobachtungen über Amphibien nicht einwandsfrei sind und man aus ihnen andere Schlussfolgerungen als die Rabls ziehen kann.

Hiermit haben wir auf die erste der beiden von uns aufgestellten Fragen eine bestimmte Antwort erlangt. Bei den Reptilien artikulieren mit dem Radius zwei proximale Carpalia, das Radiale Autorum und das Radiale externum: beide Elemente sehe ich als wirkliche kanonische Carpalia an.

Die Extremitäten der ausgestorbenen Synapsida sind leider ungenügend bekannt, doch scheint die von Bardeleben angefertigte Rekonstruktion der Extemität von Theriodesmus für die Ansicht zu sprechen, dass die Anomodontia, ebenso wie die Chelonier und die niedersten Diapsida einem kompliziert gebauten Carpus besassen: Nach Bardeleben besteht der Carpus von Theriodesmus aus folgenden Elementen, r, i, u, pi, C_1, C_2, c_1, c_2, c_3, c_4; was die Zahl der Finger anbelangt, so ist bei Theriodesmus ausser den fünf kano-

nischen Fingern noch ein rudimentärer, aus zwei Gliedern bestehender Praepollex vorhanden. Aus diesem Befunde können wir schliessen, dass die Zweizahl der Centralia auch bei den in mancher Beziehung sehr primitiven Anomodontiern entwickelt war, was gleichfalls gegen die Ansicht spricht, dass wir es mit einer rezenten Neuerwerbung zu tun haben.

In Bezug auf die übrigen Carpalia der Chelonier müssen wir Folgendes bemerken: das Intermedium ist gut entwickelt und in dieser Beziehung stehen die Chelonier niedriger als die Autosaurier und nähern sich den Diaptosauriern. Dieses Intermedium liegt bei Emys embryonal zwischen den distalen Enden des Radius und der Ulna, und diese Tatsache spricht zu Gunsten des von uns auf Grund der Befunde bei den Diapsiden gezogenen Schlusses, dass wir es hier mit einem primitiven Verhalten zu tun haben und dass das Intermedium primär zu der Zeugopodiumregion gehöre. Wichtig ist der Umstand, dass die Carpalia distalia von *Emys in frühen Entwickelungsstadien prochondral mit den entsprechenden Metacarpalien zusammenhängen, so dass wir hier ebenso wie bei Ascalabotes die Carpalia distalia Metacarpalia und Phalangen eines Fingers als Gebilde gleicher Ordnung, d. h. als Gliederungsstücke eines primär einheitlichen Strahles ansehen müssen.* Dieser in den Hauptzügen identische Entwickelungsmodus bei Vertretern systematisch weit von einander stehender Gruppen zeigt deutlich, dass wir es hier nicht mit einer coenogenetischen Erscheinung, welche einer einzelnen Gruppe eigen ist, zu tun haben, sondern dass wir dieser Tatsache eine phylogenetische Bedeutung beimessen und sagen müssen, dass bei den Vorfahren der Reptilien in der distalen Partie des Basipodiums und im Meta- und Acropodium eine strahlenartige Anordnung der Skelettelemente vorhanden war und dass die Carpalia distalia, welche sich jetzt so stark von den Metacarpalien unterscheiden, primär den Metacarpalien gleichwertige Elemente waren. Die Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Diapsida und der Chelonier (Anomodontier, Theriodesmus) führen uns zu dem Schlusse, dass der Carpus der Vorfahren sämmtlicher rezenten Reptilien einen komplizierten Bau hatte und mindestens aus 12 diskreten Elementen bestand (r_1, r, i, u, pi, C_1, C_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5) und dass wir in der distalen Partie des Basipodiums ebenso wie im Meta- und Acro-

podium eine strahlenartige Anordnung der Skelettstücke nachweisen können [1]).

Von diesem komplizierten Zustand ausgehend verminderte sich während der phylogenetischen Entwickelung die Zahl der Carpalia der Reptilien, wobei diese Verminderung auf verschiedenem Wege zustande kommt. Entweder wurden die einzelnen Elemente allmählich kleiner und verschwanden, so z. B. das Intermedium und das Centrale 1 bei den Autosauriern und wahrscheinlich das Radiale externum bei den Geckonen; oder die einzelnen Elemente verwuchsen mit ihren Nachbarteilen, wodurch auch die allgemeine Zahl der Elemente vermindert wurde: diesen Modus finden wir bei den Geckonen (Verwachsung des Ulnare mit dem Intermedium), bei den meisten Autosauriern (Radiale und Radiale externum) und bei den Krokodiliern, wo dieser Prozess sehr stark ausgeprägt ist. Bei den Cheloniern wird die Verminderung der Zahl der Carpalia bei dem

[1]) Bei dieser Zusammenstellung rechne ich das Pisiforme und das Radiale externum zu den kanonischen Elementen des Carpus, da ihrer Lage und ihrer Entwickelung nach wenigstens bei den Reptilien keinerlei Gründe vorliegen (wie sich die Amphibia in dieser Beziehung verhalten, werden wir weiter unten sehen) sie als Sesambeine zu deuten. Eine andere Frage, auf die wir an dieser Stelle nicht näher eingehen werden, ist die, ob diese Elemente als Reste früher wohl entwickelter Strahlen angesehen werden müssen; ich betone aber, dass eine bejaende Antwort auf diese Frage die Bedeutung dieser Randelemente als typische Bestandteile des Carpus nicht beeinträchtigt. Einige Beobachtungen von Schauinsland führen zu dem Gedanken, dass die Zahl der Centralia, die bei den Reptilien offenbar in Reduktion begriffen sind, bei den Vorfahren der Reptilien grösser als zwei war. Schauinsland meint, dass bei den Embryonen von Sphenodon es eine häufig vorkommende Variation ist, dass „sich zwischen Ulnare, Intermedium und Centrale 2 ein kleiner Knorpel einschiebt, der nur als 3 Centrale bezeichnet werden kann. Später verschwindet er". Viel seltener findet er „ein kleines Knorpelstück zwischen Carpale 2 und 3 sowie Centrale 1. Auch dieses wäre wohl als ein weiteres Centrale anzusehen". Das Centrale 1 ist, wie bekannt, ein längliches, transversal gestelltes Skelettelement; in ihm konnte Howes in einem Falle zwei Verknöcherungszentren konstatieren, was darauf zu deuten scheint, dass C_1 aus zwei verschmolzenen Elementen besteht ($C - C_1$). Beachtenswert ist der Umstand, dass diese überzähligen Elemente als embryonale Variationen auftreten und bei dem erwachsenen Tier verschwinden: sie können also nicht als Neubildungen (progressive Variationen), sondern nur als Rudimente gedeutet werden. Nach diesen Beobachtungen von Schauinsland und Howes, müssten wir bei Sphenodon vier Centralia C, C_1, C_2, C_3 annehmen. Ob diese Hypothese auch auf die anderen Reptiliengruppen erweitert werden kann, lässt sich zur Zeit noch nicht sagen.

Erwachsenen hauptsächlich durch Verwachsung der Elemente untereinander erzielt: dies haben wir schon bei Emys (r_1—r—C_1—C_2) beobachtet. Analoge Verwachsungen bestehen nach Baur bei Chelemys victoriae und Chelydra serpentina. Auch die distalen Carpalia verwachsen bei den Cheloniern oft untereinander. Dies wurde bei Emys von Rosenberg in Bezug auf die Carpalia 4 und 5 beobachtet; wahrscheinlich verwachsen diese Carpalia distalia auch bei Clemmys, Chrysemys, Chelys chelodina und Sphargys. Bei Chelonia begegnen wir einer Verwachsung der Carpalia distalia 3 und 4. Bei Sphargys fehlt dass Centrale gänzlich, so dass nur 8 Carpalia im Basipodium vorhanden sind.

Diese Tatsachen werfen ein grelles Licht auf die Entwickelungsrichtung des Reptiliencarpus: der Entwickelungsgang geht von einem komplizierten Zustand (mit einer grossen Anzahl von Elementen) zu einem einfacheren, so dass die Zahl der Carpalia sich im Laufe der Phylogenie vermindert: dies ist ein allgemeiner, für sämmtliche Reptiliengruppen gültiger Satz.

Das Studium der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte der sogenannten langen Extremitätenknochen der Synapsida und speziell der Chelonier bestätigt die Schlussfolgerungen, zu denen wir auf Grund der Untersuchung dieser Elemente bei den Diapsiden gekommen sind. Bei den Cheloniern legen sich die Elemente des Stylo- und Zeugopodiums als kurze und dicke Skelettstücke an und bei den erwachsenen Tieren sind diese Elemente gleichfalls gewöhnlich verhältnissmässig kurz. Dieser Umstand wurde bereits von Mehnert betont und genannter Autor zieht daraus auch den richtigen Schluss, so dass ich auf diese Frage nicht näher einzugehen brauche [1]) Dass Ulna und Radius bei den Embryonen von Emys eine stark divergente Lage haben, wurde schon bei der Beschreibung unserer tatsächlichen Befunde hervorgehoben: die an den Cheloniern

[1]) Mehnert giebt (Kainogenesis, S. 60) eine Kombinationsfigur, auf der die einzelnen Elemente der Extremität bei ihrem ersten Auftreten ihrer Grösse nach wiedergegeben sind; diese Figur vergleicht er mit der Flosse von Baptanodon, die er als primitives Gebilde ansieht. Ich komme gleichfalls zu dem Schlusse, dass die Kürze und Gleichartigkeit der Skelettelemente der Extremität primitive Merkmale vorstellen, den Vergleich mit Baptanodon muss ich jedoch zurückweisen, da es sehr wahrscheinlich ist, dass bei Baptanodon wie bei einer ganzen Reihe von wasserlebenden Reptilien und Säugetieren eine sekundäre Verkürzung der Extremitätenknochen vor sich gegangen ist.

gemachten Beobachtungen bestätigen und erweitern also die diesbezüglichen Folgerungen, zu denen wir beim Studium der Diapsida gekommen sind. Wir können sagen, dass die Kürze der Elemente des Stylo- und Zeugopodiums und die divergente Lage des Radius und der Ulna (was mit der Lage des Intermediums im Zusammenhang steht) Merkmale primitiver Organisation sind und dass dieser Satz nicht nur für die Diapsida, sondern auch für die Synapsida Gültigkeit hat.

Bei den Diapsiden haben wir festgestellt, dass die Metacarpalia ursprünglich kurze und gleichartige Elemente darstellten, welche sich nur unbedeutend von den Elementen des Carpus unterscheiden. Die Entwickelung der Metacarpalia von Emys bestätigt diesen Schluss, und die Metacarpalia vieler Chelonier haben auch beim erwachsenen Tiere den primitiven Zustand mehr oder weniger beibehalten: die Metacarpalia sind im allgemeinen kurz und die drei mittleren nur unbedeutend länger als die Randelemente. Einer interessanten Abänderung begegnen wir bei einigen Meerschildkröten (Chelone, Sphargys), bei denen sich die Extremitäten zu langen Flossen umgebildet haben. Diese Verlängerung kommt aber nicht durch die Vergrösserung der Zahl der Phalangen, sondern durch Verlängerung derselben zustande.

Ein bedeutendes Interesse bietet die Frage von der Phalangenzahl bei den Cheloniern. Osborn erwähnt als ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Diapsida von den Synapsida, dass die Synapsida ursprünglich eine kleinere Zahl von Phalangen besitzen als die Diapsida: ihm zufolge ist die ursprüngliche Phalangenformel der Synapsida 2, 3, 3, 3, 3, die der Diapsida 2, 3, 4, 5, 3. In dieser Hinsicht ist es interessant die Phalangenzahl der verschiedenen Chelonier mit einander zu vergleichen. In der Literatur konnte ich folgende Angaben über die Zahl der Phalangen der Schildkröten finden.

Homopus, Pyxis, Cinyxis	2	2	2	2	2
Emys, Chelodina, Chelonia, Thalassochelys . .	2	3	3	3	2
Chelemys, Chelys, Euristernum Wagl. (Jura) .	2	3	3	3	3
Tryonyx	2	3	3	4	3

Bei Homopus haben wir einen Zustand, wo die Zahl der Phalangen an allen Fingern die gleiche und sehr klein (2) ist. Bei Tryonyx,

welche, wie aus der Tabelle ersichtlich, durch eine Reihe von Uebergängen mit Homopus verbunden ist, begegnen wir einer Phalangenformel, die schon derjenigen der Diapsida (2, 3, 4, 5, 3) in dem Sinne näher steht, als der vierte Finger die grösste, der erste die kleinste Phalangenzahl aufweist.

Es tritt nun die Frage an uns heran, welches von diesen beiden Extremen dem Urtypus näher steht?

Diese Frage ist jedenfalls nicht leicht zu entscheiden, doch scheinen mir einige Beobachtungen eher zu Gunsten der Auffassung zu sprechen, dass die Phalangenformel 2, 3, 3, 4, 3 (Tryonyx) der Urform näher steht und dass die Extremität der Vorfahren der Schildkröten in dieser Beziehung nach demselben Typus gebaut war wie diejenige der Diapsida.

Wir haben gesehen, dass bei den Autosauriern die postaxiale Seite der Extremität, speziell der vierte Finger, sich ontogenetisch progressiv entwickelt: er legt sich früher an und wächst schneller als die anderen Finger; wir wissen gleichfalls, dass dieser Finger beim erwachsenen Tier länger ist als die anderen und eine grössere Phalangenzahl besitzt. Mit Mehnert haben wir angenommen, dass die beschleunigte embryonale Entwickelung der Ausdruck des phylogenetischen Fortschrittes in der Entwickelung ist.

Bei Emys ist die Phalangenformel eine symmetrische, d. h. die postaxiale Seite ist ebenso stark entwickelt wie die praeaxiale (2, 3, 3, 3, 2). Mit Recht könnte man hier erwarten, dass bei Emys keiner der Fingerstrahlen eine beschleunigte Entwickelung zeigt, und Mehnert glaubte dieses beobachtet zu haben. Rabl bemerkt jedoch ausdrücklich (Rabl '03), dass in frühen Entwickelungsstadien bei den Cheloniern der vierte Finger sich progressiv entwickele. Die betreffenden frühen Stadien von Emys standen mir nicht zur Verfügung und ich konnte daher die Rablsche Beobachtung nicht kontrollieren, ich habe jedoch feststellen können, dass bei Emys die Carpalia der praeaxialen Seite und der erste Finger wie bei Ascalabotes eine retardierte Entwickelung aufweisen, was als Bestätigung der Rablschen Beobachtung gelten kann.

Demnach sind wir im Besitze folgender tatsächlicher Befunde, welche zur Beurteilung der betreffenden Frage dienen können: die Extremität von Emys ist symmetrisch gebaut, in späten Stadien entwickelt sie sich gleichfalls symmetrisch (in Querreihen); es ist nun die Frage,

wie sich die beschleunigte Entwickelung der Elemente der postaxialen Seite in den frühen Stadien, speziell des vierten Fingers, erklären lässt.

Wenn wir die Entwickelung und den Bau der Extremitäten der Autosaurier in Betracht ziehen, kann ich diese Tatsache nur so deuten, dass bei den entfernten Vorfahren der Schildkröten die postaxiale Seite der Extremität und besonders der vierte Finger stärker entwickelt war als die praeaxiale. Eine andere Deutung lassen die erwähnten Befunde nicht zu. Ist dem aber so, so musste bei den Vorfahren der Synapsida der vierte Finger, ebenso wie bei den Diapsida, eine grössere Phalangenzahl besessen haben, und bei den Diapsida ist dieser primitive Zustand erhalten geblieben, während sich dagegen bei den Synapsida die Zahl der Phalangen reduziert hat. Diese Deutung wird durch die Befunde bei Tryonyx bestätigt.

Zu der Ansicht, dass die primitiven Pentadactylier eine derjenigen der Diapsida sehr nahe stehende Phalangenformel besitzen, gelangt Howes auf anderen Wege: als einen Beweis zu Gunsten dieser Ansicht führt er an, dass die primitiven Stegocephalier für die hintere Extremität die Phalangeformel 2, 3, 4, 4, 3 besassen, und dass der permische Sclerocephalus, den Credner zu den Stegocephala rechnet, im Hinterfuss die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 4 aufwies: wenn wir die Homodynamie der hinteren und vorderen Extremität in Betracht ziehen, so sprechen diese Tatsachen allerdings zu Gunsten der erwähnten Auffassung.

Wir sind am Ende unserer Erörterungen über die vordere Extremität der Reptilien angelangt und sehen, dass die Beobachtungen an den Cheloniern die Schlüsse, zu denen wir früher gekommen sind, bestätigen: wir können sagen, dass die vordere Extremität aller uns bekannten Reptilien sich aus einer gemeinsamen Urform entwickelt hat und können uns auch die Hauptzüge des Baues dieser Extremität der Proreptilia vorstellen. Unsere Resultate ergänzen diejenigen, zu denen wir auf Grund der Untersuchung der Entwickelung der Muskulatur von Ascalabotes gelangt sind. Wir können diese Resultate in folgender Weise kurz zusammenfassen: die vordere Extremität der gemeinsamen Vorfahren aller Reptilien bestand aus einer grösseren Zahl von diskreten Skelettstücken als die Extremität der rezenten Reptilien; der Stylo-

podiumabschnitt wurde durch ein einziges Element (Humerus) repraesentiert; das Intermedium gehörte zu der Zeugopodiumregion und war zwischen Ulna und Radius, welche eine divergente Lage hatten, gelegen. Im Basipodium waren nicht weniger als 11 Carpalia, ausser dem Intermedium (r_1, r, u, pi, C_1, C_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5) vorhanden; die Zahl der Finger war nicht kleiner als 5 und die postaxiale Seite der Extremität und speziell der vierte Fingerstrahl, war stärker entwickelt als die praeaxiale, so dass die Phalangenformel annähernd dieselbe war wie bei den Diapsiden.

Die Grössenunterschiede zwischen den einzelnen Elementen des Stylo-, Zeugo- und Autopodiums waren bei weitem nicht so stark ausgeprägt, wie bei den differenzierten Reptilien, so dass das Extremitäteskelett aus annähernd gleichartigen Skelettstücken bestand. In der distalen Partie des Extremitätenskelettes ist eine strahlenartige Anordung der Elemente (Carpalia distalia, Metacarpalia, Phalangen) nachweisbar; weiter proximal können wir diese Strahlen bei den Reptilien nicht verfolgen. Die Differenzierung der Extremität ging in der Richtung der Verminderung der Zahl der Elemente des Autopodiums vor sich, was durch Atrophie der Elemente und durch Verwachsung derselben mit den Nachbarteilen erzielt wurde, ebenso wie durch progressives Längswachstum der Elemente des Stylo- Zeugo- und Metapodiums, welche zu typischen langen Röhrenknochen wurden; dabei erfolgte auch eine Differenzierung der einzelnen Metapodialia. Die Elemente des Basipodiums zeigen eine verzögerte Entwickelung: bei den Reptilien kommen dieselben meistens später zur Anlage und verknöchern später als die Elemente des Metacarpus, so dass sie bei der in proximodistaler Richtung vor sich gehenden Entwickelung so zu sagen übersprungen werden. Hieraus können wir schliessen, dass diese Elemente (in Bezug auf ihre Grösse) eine regressive Entwickelung durchgemacht haben und während der phylogenetischen Entwickelung kleiner geworden sind, als sie es bei den Vorfahren aller Reptilien waren.

Selbsverständlich resümieren wir in diesen aphoristischen Sätzen nur die Hauptzüge der Phylogenie der Reptilienextremität und nicht minder selbsverständlich ist auch hier das bei der Besprechung der Entwickelung der Muskulatur Gesagte, dass nämlich hier Züge, welche auf die Phylogenie der Extremität der Reptilien

und solche, die auf die phylogenetische Entwickelung der pentadactylen Extremität überhaupt Bezug haben, zusammengestellt sind.

Bei der Beschreibung der Morphologie des Extremitätenskelettes der Amphibien werden wir sehen, dass manches hier Gesagte sich nicht speziell auf die Reptilien, sondern auf gemeinsamen Vorfahren sämmtlicher Pentadactylier, auf die Protetrapoda, bezieht.

B. Die hintere Extremität.

XII.

Die hintere Extremität der Autosaurier.

Gegenbaur nimmt in seiner bahnbrechenden Schrift (64) an, dass der Tarsus der Autosaurier aus folgenden Elementen zusammengesetzt ist: dem grossen proximalen Knochenstück (unser Tarsale proximale), welches nach seinen Angaben vier Elemente enthält (Tibiale, Fibulare, Intermedium und Centrale), dem Tarsale 3 und dem Cuboideum, das den untereinander verschmolzenen Tarsalia 4 und 5 entspricht. Was die Tarsalia 1 und 2 anbetrifft, so nimmt Gegenbaur an, dass dieselben mit den entsprechenden Metatarsalia verwachsen sind. Zu dieser Auffassung des Autosauriertarsus ist Gegenbaur auf Grund theoretischer Schlussfolgerungen gelangt: er nahm die Zusammensetzung des grossen Tarsale proximale aus vier ursprünglich diskreten Elementen auf Grund der Vergleichung der Autosaurierextremität mit derjenigen der Chelonier und besonders der urodelen Amphibien, bei welchen diese Tarsalia durch selbstständige Skelettelemente repraesentiert werden, an. Dieser Schluss war jedoch nur ein hypothetischer, da Gegenbaur wusste, dass das Tarsale proximale nur von zwei Zentren aus verknöchert; ebenso hypothetisch war die Schlussfolgerung, dass die Tarsalia distalia der Lacertilier in den proximalen Enden der Metatarsalia enthalten seien und dass das als Cuboid bezeichnete Element zwei verschmolzenen Tarsalia entspräche. Bei den Ascalaboten findet Gegenbaur ein freies Tarsale distale 1. Weiter unten werden wir sehen, wie die nach-

folgenden embryologischen Untersuchungen die meisten von diesen scharfsinnigen vergleichend-anatomischen Schlussfolgerungen bestätigt haben.

Dollo ('84) hat in seiner Arbeit über die Epiphysenbildung in den Extremitäten in der hinteren Extremität von Varanus im grossen Tarsale proximale, ausser den zwei schon Gegenbaur bekannten Verknöcherungszentren (Astragalus und Calcaneus) noch das Vorhandensein eines dritten, selbstständigen Verknöcherungszentrum, welches er als ein Centrale deutete, konstatiert. Born (76, 80) findet zwischen Astragalus und Metatarsale 1 bei verschiedenen Sauriern ein aus Faserknorpel, bisweilen aus Knochen bestehendes Element, welches er als einen Meniscus bezeichnet und mit dem hyalinknorpeligen Element der Ascalaboten, welches Gegenbaur als Tarsale distale 1 deutet, homologisiert. Ueber die Bedeutung dieses Elementes äussert sich Born sehr vorsichtig: er meint, der Meniscus sei entweder nur ein accessorisches Element, und dann besässen die Ascalaboten, ebensowenig wie die anderen Saurier, ein freies Tarsale distale 1, oder derselbe gehöre zu den kanonischen Elementen des Tarsus; in diesem letzteren Falle könne er entweder einem Tarsale distale 1 oder einem an den Rand gerückten Centrale entsprechen. Dann würden die Tarsalia distalia 1 und 2 in den Metatarsalia I und II enthalten sein. Dabei bemerkt Born ausdrücklich, dass seiner Meinung nach „die Frage mit dem vorhandenen Materiale nicht mit Sicherheit zu entscheiden ist, es gehört dazu... eine systematisch vergleichende Untersuchung der Ontogenese von Lacerta und etwa eines Gecko".

Auch findet Dollo im Cuboideum (Gegenbaur) zwei Verknöcherungszentren, ein Beweis dessen, dass dasselbe den Tarsalia distalia 4 + 5 entspricht. Den Meniscus Borns erwähnt Dollo nicht. Baur (85) nimmt an, dass der Tarsus des Autosaurier (Lacertilier) aus folgenden Elementen besteht: Astragalus und Calcaneus, welche sehr früh miteinander verschmelzen, Tarsale distale 3 Autorum, Tarsale distale 4 + 5 (Autor.), *oder wie er annimt Tarsalia 4 und 5*. Von anderen Tarsalia ist keine Spur vorhanden. Sicher sind die Tarsalia distalia 1 und 2 nicht mit den entsprechenden Metatarsalia verschmolzen. Man sieht aus dieser kurzen Wiedergabe der Anschauungen Baurs, dass seine Ansicht über die Zusammensetznng des Autosauriertarsus sich stark von denen der soeben angeführten Forscher

unterscheidet; dieser Unterschied wird um so grösser erscheinen, wenn wir in Betracht ziehen, dass nach Baur die erste Zehe Autorum und das Tarsale 1 bei den Reptilien dem zweiten Finger und dem Carpale 2 (und nicht, wie allgemein angenommen wird, dem Dig. 1 und Carpale 1) der vordern Extremität homodynam ist.

Wenn wir weiter in Betracht ziehen, dass nach der Ansicht Hofmanns (90) und Wiedersheims das Cuboideum (Gegenbaur) nur dem Tarsale distale 4 entspricht und das Tarsale distale 5 durch das Element, welches von Gegenbaur, Born und Dollo als Metatatsale bezeichnet wird, repraesentiert wird, so kommen wir zu dem nicht erfreulichen Schlusse, dass die älteren Autoren, welche den Tarsus der Autosaurier einer selbstständigen Untersuchung unterworfen haben, nichts weniger als einig über die Bedeutung seiner Elemente sind.

Von den späteren Forschern, welche diese Frage einer Nachuntersuchung unterworfen haben, nimmt Sewertzoff (02) an, dass das Tarsale proximale (Astragalus + Centrale + Calcaneus Gegenbaurs, Astragalo-fibulare Borns) vier ursprünglich diskreten Elementen—Tibiale, Fibulare, Intermedium, Centrale—entspricht, schliesst sich also der ursprünglichen Ansicht Gegenbaurs an. Das Tarsale distale 4 entspricht nach Sewertzoff nur einem einzigen Element; es giebt also bei den Sauriern kein Cuboid im Sinne Gegenbaurs. Die Tarsalia distalia 1 und 2 verwachsen ontogenetisch mit den entsprechenden Metatarsalia. Der embryonale Tarsus der Autosaurier besteht also aus folgenden Elementen: Astragalus (t+C+i), Calcaneus (s. Fibulare), Tarsalia distalia 1—4, im ganzen sechs diskrete Elemente, zu denen sich bei einigen Formen der Meniscus (Born) gesellt. Bald nachher publizierte Rabl ('03) die Ergebnisse seiner Untersuchungen über die Entwickelung der Reptilienextremitäten: in Bezug auf die Autosaurier kommt er im allgemeinen zu denselben Resultaten wie Sewertzoff (ohne dieselben, wie es scheint, zu kennen); im Tarsus unterscheidet Rabl ein Tritibiale (Tibiale + Intermedium + Centrale-Astragalus Gegenbaurs), ein Fibulare und die Tarsalia distalia 2—4. Das Tarsale distale 2 verwächst mit dem entsprechenden Metatarsale; aus dem embryonalen Material, welches zur Bildung des Tarsale 1 dienen sollte, bildet sich der proximale Teil des Metatarsale I und der Meniscus. Das Tarsale distale 4 entspricht nur einem einzigen Element (t_4); das Tarsale distale 5 verschmilzt nach Rabl mit dem Metatarsale V.

Aus dieser kurzen Uebersicht der Angaben der verschiedenen Autoren über die Zusammensetzung des Tarsus der Autosaurier sehen wir, dass manche Fragen ihrer Lösung noch harren.

Die erste Frage ist die, aus wie vielen Elementen das Tarsale proximale der Autosaurier besteht. Die Entwickelungsgeschichte zeigt, dass es sich embryonal aus zwei Knorpelstücken, dem Astragalus und dem Fibulare zusammensetzt; aus dem Verknöcherungsprozess (Dollo) kann man schliessen, dass noch ein drittes Element, nämlich das Centrale, in ihm enthalten ist; der Vergleich mit den urodelen Amphibien endlich brachte Gegenbaur auf den Gedanken, dass in diesem Teil noch ein viertes Element, das Intermedium, enthalten sein müsse. Wir müssen also die Frage von der Zusammensetzung des Tarsale proximale auf Grund aller uns bekannten embryologischen und vergleichend-anatomischen Tatsachen behandeln und das tatsächlich Bewiesene von dem Hypothetischen scheiden. Dabei können selbstverständlich auch andere Fragen an uns herantreten, ob es nicht z. B. wahrscheinlich werden kann, dass in dem Tarsale proximale ausser den vier erwähnten noch andere Elemente, z. B. ein zweites Centrale, enthalten sein können?

Zweitens ist die Frage, was mit den Tarsalia distalia 1 und 2 vor sich geht, ob sie mit den Metatarsalia I und II verwachsen oder einfach atrophieren, nicht genügend aufgeklärt. Drittens ist die Bedeutung des sog. Meniscus noch dunkel. Ebensowenig ist die Frage über die Bedeutung des Cuboideum gelöst, ob dasselbe ein einziges oder zwei miteinander verwachsene Elemente darstellt. Im Folgenden werden wir sehen, dass ausser diesen von den früheren Forschern aufgeworfenen Fragen noch eine ganze Reihe anderer, die Phylogenie der Reptilienextremitäten betreffende Fragen ihrer Lösung harren.

Hiermit will ich keineswegs sagen, dass die Untersuchung der Autosaurier allein diese Fragen lösen kann: zu ihrer Lösung bedürfen sie einer viel weitreichenderen Grundlage.

Ich habe ausser Ascalabotes und Seps die Entwickelung von Mabuia multifasc. und Calotes javanicus studiert; ausserdem wurden von mir folgende Formen in Bezug auf den Skelettbau der hinteren Extremität untersucht: Ascalabotes fascicularis, Platidactylus guttatus, Ptychozoon homalonotum, Gymnodactylus pipiens, Iguana tuberculata juv., Polychrus marmoratus, Phrynosoma orbiculare, Ameiva vulgaris, Lacerta ocellata, Varanus sp. juv., Scincus officinalis, Scin-

cus pumilus, Mabuia multifasciatum, Seps chalcides, Draco volans, Calotes javanicus, Phrynocephalus helioscopus, Stellio caucasicus. Bei der Vergleichung meiner Resultate mit denen meiner Vorgänger komme ich zur Ueberzeugung, dass die erwachsenen Autosaurier mit wohlentwickelten Extremitäten einen sehr gleichartig gebauten Tarsus besitzen: bei sämmtlichen finden wir drei ganz konstant auftretende diskrete Elemente, nämlich das grosse Tarsale proximale, das grosse Tarsale distale 4 (Cuboid) und das Tarsale 3. Wir können bestimmt sagen, dass diese drei Elemente bei allen Autosauriern vorkommen und einander homolog sind [1]).

Der Entwickelungsgrad des vierten im Tarsus der Autosaurier auftretenden Elementes, des Meniscus Borns ist verschieden; ich finde ihn wohlentwickelt und knorpelig bei folgenden Formen: alle von mir untersuchten Ascalaboten, Phrynosoma, Varanus, Lacerta, Stellio, Phrynocepalus (Meniscus veknöchert), Calotes, Draco; durch Praeparation konnte ich keinen knorpeligen Meniscus bei Scincus, Gongylus, Mabuia, Ameiva und Iguana juv. nachweisen. Nach Born ist ein Meniscus auch bei den Chamaeleonten vorhanden.

Das Tarsale proximale der Autosaurier ist, wie uns die embryonale Entwickelung zeigt, ein komplexes Element, das Verwachsungsprodukt mehrerer, früher selbstständiger, Elemente; es ist die Frage, wieviel Komponenten wir in demselben nachweisen können? Bei allen bis jetzt untersuchten Formen (Ascalaboten, Lacerta, Mabuia, Seps, Calotes) finden wir in den frühen Stadien der embryonalen Entwickelung an seiner Stelle zwei vollkommen selbstständige Elemente: den grossen Astragalus und das Fibulare. Später verwachsen diese beiden Elemente miteinander, bei der Verknöcherung finden wir sie jedoch in dem einheitlichen Knorpel in Form zweier selbstständiger Verknöcherungszentren wieder. Daraus, dass das Tibiale und das Fibulare während der embryonalen Entwickelung bei allen untersuchten Formen, selbst bei solchen, bei denen die Extremitäten in Reduktion begriffen ist, wie bei Seps chalcides, als selbstständige Elemente auftreten, lässt sich schliessen, dass auch phylogenetisch bei nicht sehr entfernten Vorfahren der Autosaurier diese Elemente *noch getrennt* waren.

---

[1]) Ich spreche hier von den Formen mit wohlentwickelten Extremitäten; über die Autosaurier mit reduzierten Extremitäten besitzen wir wertvolle Angaben in der schönen Arbeit Fürbringers ('70).

Einen viel geringeren Grad von Selbstständigkeit scheint das Centrale, welches, wie wir gesehen haben, gleichfalls an der Bildung des Tarsale proximale teilnimmt (Ascalabotes), zu besitzen. Bei Ascalabotes kann man seine Anlage in frühen Entwickelungsstadien unterscheiden, in keinem Stadium ist dieselbe jedoch von derjenigen des Astragalus getrennt; bei Varanus ist, wie Dollo ('84) nachgewiesen und wie ich es bestätigen kann, an derselben Stelle, wo sich das Centrale bei Ascalabotes anlegt, ein selbstständiges Verknöcherungszentrum vorhanden, welches wir nur als ein Centrale deuten können. Bei Seps endlich ist weder eine vorknorpelige (wie bei Ascalabotes) noch eine knöcherne Anlage des Centrale zu finden.

Auf Grund dieser Beobachtungen können wir uns den Verwachsungsprozess des Centrale mit dem Astragalus in folgender Weise vorstellen: zuerst waren beide Elemente nicht mit einander verbunden; später trat die Verwachsung in späten Entwickelungsstadien und im erwachsenen Zustand ein, in den frühen Stadien bewahrten die beiden Elemente jedoch noch ihre Selbstständigkeit (ungefähr wie das Tibiale und Fibulare der Autosaurier). Dann trat in der Phylogenese ein Stadium auf, in welchem beide Elemente sich in innigem Zusammenhange anlegten, aber die Zeit der Anlage eine verschiedene war (wie bei Ascalabotes); endlich verschwand eine jede Spur der früheren Trennung und das Centrale bildete nur einen unansehnlichen Auswuchs des Astragalus (Seps). Mit anderen Worten trat die Verwachsung bei diesem Prozess (wo das Centrale nicht einfach atrophierte, sondern in das Tarsale proximale augefnommen wurde) während der phylogenetischen Entwickelung in immer früheren Stadien der ontogenetischen Entwickelung in Erscheinung. Bei diesem Prozess sind es eben die ersten Stadien der Ontogenese des betreffenden Organs, welche ausfallen. Wir haben also Grund anzunehemen, dass die Vorfahren der Autosaurier einen Astragalus, ein Fibulare und wenigstens ein Centrale besessen haben. Viel schwieriger ist die Frage von der Existenz eines Intermediums: wir müssen gestehen, dass uns directee Beweise dessen, dass im Tarsale proximale der Autosaurier auch ein Intermedium enthalten ist, zur Zeit noch fehlen. Bezüglich des Intermediums können wir uns zwei Möglichkeiten vorstellen: 1) das Intermedium ist ohne mit irgend einem seiner Nachbaren zu verschmelzen atrophiert; 2) das Intermedium

ist in dem Tarsale proximale enthalten. Als ein Beweis zu Gunsten der zweiten Auffassung könnte man die Tatsache ansehen, dass der Astragalus bei seiner ersten Anlage grösser ist als das Fibulare; man könnte diese Tatsache so auffassen, dass er zwei Elemente enthält (t + i), welche nicht mehr zu einer diskreten Anlage kommen und dass darin die Ursache seiner Grösse während früher Entwickelungsstadien abhängt. Aber dies ist nur eine Andeutung, keineswegs ein Beweis (da wir auch andere Erklärungen der betreffenden Tatsache finden können), so dass wir die Frage einstweilen offen lassen müssen.

Einen ganz änlichen Prozess beobachten wir in Bezug auf die Tarsalia distalia 1 und 2 der Autosaurier. Born hatte schon in seiner ersten Arbeit über die Extremitäten der Autosaurier bei Embryonen von Lacerta die selbstständige Anlage des Tarsale dist. 2 gesehen; da er jedoch mit ungenügendem und schlecht konserviertem Material arbeiten musste, so spricht er sich mit der ihm eigenen Vorsicht über diese Frage aus und meint, dass seine Beobachtungen stark „für die Annahme einer Verschmelzung der Tarsalia 1 und 2 mit den betreffenden Metatarsalien in dem Tarsus der erwachsenen Saurier sprechen". Wir haben gesehen, dass Baur sich entschieden *gegen* diese Annahme aussprach (Baur '85). Aus der Entwickelung des Tarsus von Ascalabotes wissen wir, dass die „Annahme" Borns vollkommen richtig und entwickelungsgeschichtlich bewiesen ist. Aus den embryologischen Beobachtungen können wir nur den einzigen richtigen Schluss ziehen, dass die Vorfahren der Autosaurier freie Tarsalia distalia 1 und 2 besessen haben und dass während der phylogenetischen Entwickelung diese Tarsalia ihre Selbstständigkeit eingebüsst haben, indem sie mit den entsprechenden Metatarsalia verwachsen sind. Es ist nur die Frage, ob dieser Prozess bei allen Autosauriern in derselben Weise vor sich geht, wie wir dies bei den Ascalaboten beobachtet haben, d. h. ob sich während des Embryonallebens stets diskrete Tarsalia I und 2 anlegen?

Wir wissen, dass bei Varanus sich in den Epiphysen der Metatarsalia I, II Knochenkerne anlegen, welche als Reste der früher selbstständigen Tarsalia 1, 2 zu deuten sind (Dollo, '84). Eine selbstständige Anlage des Tarsale 2 hat Born bei Lacerta vorgefunden. Aus der Entwickelung von Ascalabotes können wir schliessen, dass

das Tars. 1 weniger selbstständig ist als das Tars. 2. Interessant ist daher die Tatsache, dass bei Seps chalcides das Tarsale distale 2 sich nicht mehr anlegt. Für die Entwickelung dieses Elements bei Seps können wir uns zwei Möglichkeiten vorstellen: entweder ist das Tarsale distale 2 von Seps ohne mit dem Metatarsale II zu verschmelzen atrophiert, oder das Metatarsale II des erwachsenen Seps stellt das Metatarsale II + Tarsale distale 2 dar, die sich während der Embryonalentwickelung nicht mehr als diskrete Elemente anlegen. Der allgemeine Bau der hinteren Extremität von Seps, die Aehnlichkeit aller Elemente mit denen der Autosaurier mit wohl entwickelten Extremitäten, ihr Entwickelungsmodus, kurz alles, spricht mit Entschiedenheit für die zweite Möglichkeit: es wäre sehr unwahrscheinlich, dass die hintere Extremität von Seps einen ganz anderen Entwickelungsgang eingeschlagen hätte als die der übrigen Autosaurier. Wenn diese Annahme richtig ist, so kommen wir zu dem Schlusse, dass auch in diesem Falle *die ersten Entwickelungsstadien ausgefallen sind.*

Eine ziemlich schwierige Frage ist die von der Bedeutung des Meniscus der Autosaurier. Seine Entwickelung haben wir bei Ascalabotes verfolgt. Rabl giebt an, dass sich derselbe aus einem Teil des Bildungsmaterials, welches zur Bildung des Tarsale 1 dienen sollte, bildet; es scheint, dass Rabl die selbstständige Anlage des Tarsale distale 1 nicht gesehen hat: er sagt, „was endlich das erste Basale betrifft, so wird das Gewebe, aus welchem es sich entwickeln sollte, zum grössten Teil in die Bildung der Basis des ersten Metatarsale mit einbezogen". Ich muss gestehen, dass ich diesen Satz nicht ganz verstehe: bei Ascalabotes bilden sich Tarsale distale 1 und Meniscus ganz unabhängig von einander und der Meniscus legt sich viel später an, so dass kein Grund dafür vorliegt, ihn als einen Teil des Tarsale 1 zu betrachten. Infolge der Beobachtungen an Ascalabotes scheint mir die Annahme, dass der Meniscus das Tarsale 1 (oder einen Teil desselben) repraesentiere, ausgeschlossen. Es ist die Frage, ob der Meniscus eine Bildung sui generis, welche mit den kanonischen Tarsuselementen nichts zu tun hat, oder die Modifikation eines der alten typischen Tarsalia, welche nur seine Form und Lage verändert hat, darstellt? In diesem letzteren Falle entsteht die Frage, mit welchem der uns bekannten Tarsalia man den Meniscus homologisieren könne? Born ('76, '80) sprach sich für die

Möglichkeit aus, dass die Meniscus ein an den Rand gerücktes Centrale vorstellen könnte: wie wir gesehen haben, führt uns die embryologische Beobachtung zu dem Schlusse, dass die ursprüngliche Gegenbaursche Ansicht, dass ein Centrale in dem Tarsale proximale enthalten sei, die richtige ist. Dieses Centrale kann also nicht der Meniscus sein.

Ich glaube nicht, dass die an den Autosauriern gemachten Beobachtungen ausreichen, um eine positive Lösung dieser Frage möglich zu machen; vorläufig müssen wir uns an einer negativen Definition dessen, was der Meniscus nicht ist, genügen lassen: wir können sagen, dass der Meniscus weder ein Centrale tibiale, noch ein Tarsale distale 1 ist. Die weitere Besprechung dieser Frage müssen wir bis dahin verlegen, wenn wir den Bau der betreffenden Region des Tarsus bei den anderen Reptilien besprochen haben werden.

Wenn wir das über den Tarsus der Autosaurier Gesagte zusammenfassen, so lassen sich folgende Sätze aufstellen: im Tarsus der Autosaurier, ging die Entwickelung ebenso wie im Carpus iu der Richtung der Verminderung der Zahl der Elemente, doch war der Weg, auf welchem diese Verminderung erreicht wurde, ein anderer als im Carpus: dort reduzierten sich die einzelnen Elemente ohne miteinander zu verwachsen, hier verschwinden sie nicht, verwachsen jedoch miteinander zur Bildung einer geringereren Zahl von grossen, ihrem Ursprung nach komplexen Elementen. Auch ist die Verminderung der Zahl der Elemente grösser als im Carpus; die Zahl der freien Tarsalia überschreitet bei keinem Autosaurier die vierzahl (tr. pr., t_3, t_4, x). Im embryonalen Tarsus können wir auf Grund der embryolgischen Beobachtung mit Sicherheit das Vorhandensein von acht Elementen konstatieren (A, f, C, t_1, t_2, t_3, t_4, x). Interessant ist dabei, dass bei der Entwickelung der Tarsalia die frühen Entwickelungsstadien die Tendenz zeigen bei der ontogenetischen Entwickelung auszufallen: die Abkürzung in der Entwickelung betrifft eben die früheren Entwickelungsstadien, nicht die späteren. Vorläufig können wir aus dieser Tatsache den negativen, aber, wie mir scheint, doch nicht ganz unwichtigen Schluss ziehen, dass wenn wirklich bei der phylogenetischen Evolution des Tarsus der Autosaurier die Abkürzung in der Ontogenie vornehmlich die frühen Entwickelungsstadien betraf, wir uns mit einer gewissen Warscheinlichkeit vorstellen können, dass die Zahl der Elemente des Tarsus,

welche uns die embryologische Untersuchung aufdeckt, nur ein Minimum ist; bei den Vorfahern der Autosaurier konnten noch einige Elemente bestanden haben, welche spurlos verschwunden sind.

Ueber den Metatarsusabschnitt der Extremität der Autosaurier können wir uns sehr kurz fassen, da seine Zusammensetzung eine sehr konstante ist: bei allen Autosauriern mit wohl entwickelten Extremitäten sind die fünf kanonischen Metatarsalia vorhanden.

Was die Phalangen anbetrifft, so wird allgemein angenommen, dass alle Autosaurier mit wohl entwickelten fünfzehigen Extremitäten die konstante Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 4 besitzen. Es ist vollkommen richtig, dass die meisten Autosaurier diese Phalangenformel aufweisen, aber wir finden dennoch, ebenso wie in der vorderen Extremität, eine Anzahl von Abweichungen von dieser Formel; ebenso wie in der vorderen Extremität können wir dabei augmentative Variationen, wenn die Zahl der Phalangen grösser als 2, 3, 4, 5, 4 ist, und diminutive, wenn dieselbe kleiner ist, unterscheiden. Bei Ascalabotes fascicularis finde ich in der hinteren Extremität die Phalangenformel **3**, 3, 4, 5, 4, also eine Phalanx mehr als gewöhnlich in der ersten Zehe; bei Scincus officinalis ist die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, **5** d. h. bei dieser Species tritt konstant eine überzählige Phalanx an der fünften Zehe auf.

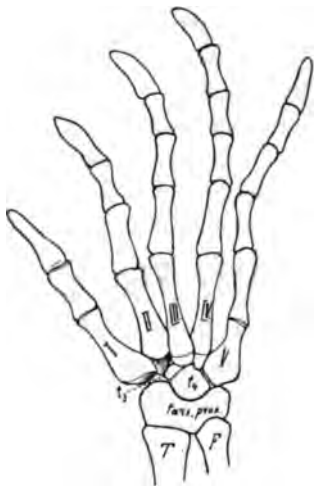


Fig. 27. Scincus officinalis, hintere Extremität. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

Bei den folgenden Formen bestehen diminutive Variationen, welche als Reduktionerscheinungen erklärt werden können: Lyriocephalus—2, 3, 4, 5, **3** (Siebenrock), Molochus horr.—2, **2**, **3**, **3**, **2** (Siebenrock), Sitana—2, 3, 4, 5, **0** (Siebenrock) Chamäleo vulg.—2, 3, 4, **4**, **3**. Interessant ist, dass die Variationen der vorderen und der hinteren Extremität einander gewöhnlich parallel vor sich gehen, d. h. an denselben Strahlen der Extremität und in derselben Richtung: wenn wir z. B. in der vorderen Extremität einer augmentative

Variation begegnen, so können wir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit eine ebenfalls augmentative Variation an der entsprechenden Zehe erwarten.

	Phalangenformel.	
	Vord. Extr.	Hint. Extr.
Die meisten Autosaurier . .	2 3 4 5 3	2 3 4 5 4
Ascalabotes fasc.	**3** 3 4 5 3	**3** 3 4 5 4
Scincus offic.	2 3 4 5 **4**	2 2 4 5 **5**
Molochus horr.	2 **2** **3** **3** **2**	2 **2** **3** **3** **2**
Chamäleonten	2 3 4 **4** 3	2 3 4 **4** **3**

Diese Beobachtung stimmt vollkommen mit dem soeben auf Grund embryologischer Beobachtungen gemachten Schlusse überein, dass die phylogenetische Entwickelung im allgemeinen in der vorderen und hinteren Extremität in ein und derselben Richtung vor sich geht. Das bestätigt noch einmal den Satz, dass homodyname Organe sich analog verändern.

Hiermit können wir unsere Betrachtungen über die morphologische Zusammensetzung der hinteren Extremität der Autosaurier abschliessen und uns der Frage von der Grösse der einzelnen Skelettelemente und ihrer Lagebeziehungen zuwenden.

Im allgemeinen kann man sagen, dass bei den Autosauriern die hintere Extremität länger ist als die vordere. Dabei muss ich aber besonders betonen, dass bei den im allgemeinen niedriger stehenden Gruppen der Autosaurier, wie die Ascalaboten und die Scincoiden, der Längenunterschied zwischen der vorderen und der hinteren Extremität kleiner ist als bei den höheren Gruppen, das heisst, dass die hinteren Extremitäten im allgemeinen kürzer sind als bei den höheren. Leider habe ich keine genauen Messungen des Femur-Abschnittes gemacht; aber einige Angaben über Ulna und Radius, Tibia, Fibula werden genügen, um diesen Schluss zu illustrieren. Der Uebersichtlichkeit wegen rechne ich die absoluten Zahlen so um, dass ich die Länge von Ulna und Radius gleich 1 setze. So erhalten wir, dass bei Platidactylus gutt. die Länge der Ulna zu derjenigen der Fibula sich wie 1 zu 1,03 verhält: sie sind also fast gleich lang.

Platydact. gutt. . . . U : F = 1 : 1,03
R : T = 1 : 1,17

Scincus offic.	U : F = 1 : 0,88
	R : T = 1 : 0,9
Ameiva vulg.	U : F = 1 : 1,5
	R : T = 1 : 1,4
Stellio cauc.	U : F = 1 : 1,3
	R : T = 1 : 1,4
Phrynoceph. hel. . .	U : F = 1 : 1,35
	R : T = 1 : 1,7
Calotes jav.	U : F = 1 : 1,4
	R : T = 1 : 1,3

Wir sehen, dass bei Scincus und Platydactylus der Vorderarm sich der Länge nach sehr wenig vom Vorderfuss unterscheidet, bei den Agamiden dagegen, welche zu den höheren Autosauriern gehören, ist dieser Unterschied schon ein bedeutender.

Wir haben schon bemerkt, dass bei Ascalabotes die beiden Vorderfussknochen von Anfang an eine parallele Lage besassen; dasselbe kann auch von den übrigen von mir untersuchten Autosauriern gesagt werden: wahrscheinlich hängt diese Lage mit der Atrophie des Intermediums und dem Verwachsen der Tarsalia der proximalen Reihe zusammen.

Von den Tarsalia ist das Tarsale proximale das grösste, dann folgen das Tarsale 4, das Tarsale 3 und der Meniscus.

Ueber den Metatarsus und die Phalangen können wir im allgemeinen dasselbe sagen wie über Stylo- und Zeugopodium der hinteren Extremität, dass sie nämlich im allgemeinen länger sind als die entsprechenden Abschnitte der vorderen Extremität.

In der vorliegenden Tabelle gebe ich einige Zahlen an, welche die Längebeziehungen der Metatarsalia zu einander und zu den Metacarpalia erläutern: in der ersten Kolonne sind die absoluten Zahlen wie früher umgerechnet, d. h. die Länge des Metatarsale 1 ist gleich 1 gesetzt; in der zweiten sind die Beziehungen der Metacarpalia zu den Metatarsalia wiedergegeben, so dass ein jedes Metacarpale gleich 1 gesetzt ist und die Länge des entsprechenden Metatarsale desselben Tieres dementsprechend berechnet ist:

	Metatarsalia.					Metacarpale = 1 : Metatarsale.				
	I	II	III	IV	V	I/I	II/II	III/III	IV/IV	V/V
Scincus offic.	1	1	1,1	1,1	0,6	1/1,1	1/1,1	1/1,3	1/1,5	1/1
Ascalabotes fasc. . .	1	1,3	1,3	1	0,5	1/1,2	1/1,3	1/1,6	1/1,5	1/0,8
Platydactylus gutt. .	1	1,3	1,3	1	0,6	1/1,4	1/1,6	1/1,8	1/1,6	1/0,8
Ameiva vulg.	1	1,4	1,7	1,8	0,5	1/1,7	1/1,9	1/2	1/2,3	1/1
Stellio caucas. . . .	1	1,5	1,6	1,6	0,7	1/2	1/2,2	1/1,9	1/1,9	1/1,4
Phrynocephal. heliosc.	1	1,2	1,4	1,5	0,6	1/2,5	1/2,4	1/2	1/1,9	1/1,5
Calotes javan. . . .	1	1,7	2	2,1	0,5	1/2,3	1/3	1/2,3	1/1,3	1/1,8

Die Verlängerung der hinteren Extremität erstreckt sich auf alle langen Knochen der Extremität, doch in verschiedenem Masse in den einzelnen Abschnitten. Wenn wir das Längenverhältniss der Metatarsalia zu dem Vorderfuss mit dem Längenverhältniss der Metacarpalia zum Vorderarm vergleichen, so sehen wir, dass die progressive Entwickelung der hinteren Extremität im Vergleich zu der der vorderen sich im Metatarsalabschnitt stärker äussert als in den anderen Teilen des Fussskelettes.

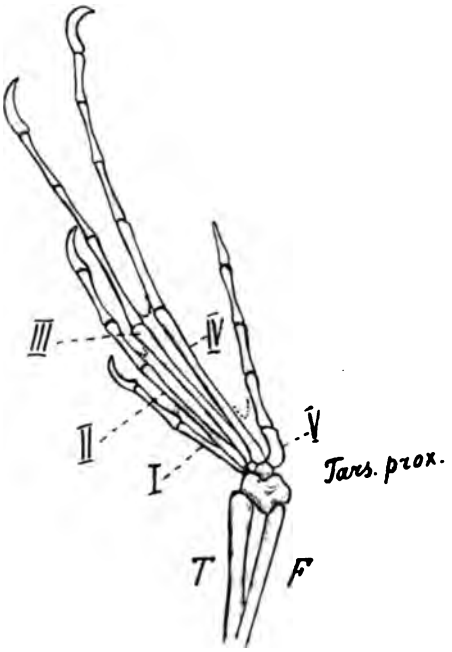


Fig. 28. Calotes Javanicus hintere Extremität. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

Die Geckonen und Scincoiden besitzen gewöhnlich kürzere Metatarsalia und Zehen als die höheren Autosaurier, was vollkommen mit den an der vorderen Extremität gemachten Beobachtungen übereinstimmt. Die drei mittleren Metatarsalia sind gewöhnlich länger als die anderen und bei den höheren Autosauriern sind sie im Vergleich zu den randständigen Metatarsalia sehr lang und miteinander durch Bänder eng verbunden, so z. B. bei Calotes (Textfig. 28,

vergl. m. T. Fig. 27). Das Metatarsale V ist immer beträchtlich kürzer als die übrigen Metatarsalia.

Wir sehen, dass die Untersuchung der Entwickelung und des Baues der beiden Extremitäten uns zu dem Schlusse führt, dass die beiden Extremitäten der Autosaurier ursprünglich einen sehr ähnlichen, wenn nicht identischen Bau besassen und aus einer grösseren Anzahl von Skelettelementen bestanden als die Extremitäten der rezenten Autosaurier. Von dieser Urform ausgehend ist die phylogenetische Entwickelung in beiden Extremitätenpaaren in analoger Weise, doch mit verschiedener Intensivität vor sich gegangen: die hintere Extremität hat sich viel stärker progressiv entwickelt, d. h. hat eine viel grössere Anzahl von ursprünglichen Merkmalen verloren und eine grössere Anzahl von neuen erworben als die vordere. Wir sind zu dem Schlusse gekommen, dass wir bei den Reptilien folgende Merkmale als Zeichen einer primitiven Organisation der Extremitäten ansehen können: 1. die grosse Zahl der Komponenten des Extremitätenskelettes 2. die Kürze und Gleichartigkeit der sogenannten langen Knochen der Extremität, und 3. Spuren der früheren Strahlenanordnung der Skelettelemente. Als Zeichen höherer Organisation bei den Autosauriern sind die entgegengesetzten Merkmale zu betrachten, d. h. die Verminderung der Zahl der Skelettelemente, die Verlängerung und Differenzierung der „langen“ Knochen und das Verschwinden der Strahlenanordnung. Wenn wir die frühen embryonalen Entwickelungsstadien beider Extremitäten mit dem erwachsenen Zustande bei ein und demselben Autosaurier, oder den Skelettbau der niederen Autosaurier mit dem der höheren vergleichen, so sehen wir, dass die Entwickelung sich in gleicher Richtung vollzogen hat, nur ist sie in der hinteren Extremität weiter gegangen und hat einen etwas anderen Weg eingeschlagen als in der vorderen: in der vorderen Extremität ist die Verminderung der Zahl der Elemente hauptsächlich durch Atrophie einiger derselben zustande gekommen, in der hinteren dagegen hauptsächlich durch Verwachsung der einzelnen Skelettstücke mit ihren Nachbarn. Diese Veränderungen haben eine hohe funktionelle Bedeutung: bei der Verlängerung der langen Knochen (Stylo-, Zeugo- und Metapodium) sind die drei Hebel länger geworden, was bei der entsprechenden Entwickelung der Muskeln einen grösseren Umfang und eine grössere Schnelligkeit der Bewegungen ermöglicht. Besonders wich-

tig ist dabei die Verlängerung der Metatarsalia, welche ihrer Lage nach besonders zu einem raschen und intensiven Vorwärtsschnellen des Körpers dienen. Eine analoge Veränderung des Fussskelettes finden wir bei sehr vielen Vertebraten wieder, welche sich zu guten Läufern und Spirngern entwickelt haben; man möge sich Dipus, der Huftiere etc. erinnern. Auch die Vögel zeigen eine analoge Veränderung ihrer hinteren Extremität. Doch ist es bei den Autosauriern bemerkenswert, dass bei der starken Verlängerung der drei mittleren Metatarsalia die erste und fünfte Zehe nicht atrophiert wie z. B. bei vielen Säugern, welche typische Lauffüsse haben, sondern wohl entwickelt ist; dieser Umstand ist dadurch zu erklären, dass die Autosaurier nicht nur Lauf-, sondern auch Klettertiere sind, welche bei ihren Bewegungen auf steilen Flächen so viel als möglich Anheftungspunkte brauchen, so dass die Anwesenheit der fünf Krallen an jedem Fusse nicht zu viel erscheint. Wir sehen, dass bei ihnen die Atrophie der Finger nicht bei kletternden, sondern nur bei kriechenden und wühlenden Formen vorkommt. Was die Verminderung der Zahl der Tarsalia im Fusse anbetrifft, so verringert sie jedenfalls die Mannigfaltigkeit der Bewegungen, verleiht dem Fusse jedoch eine grössere Festigkeit, was für die Hauptfunktion der hinteren Extremität, die schnelle Fortbewegung des Körpers, von Wichtigkeit ist.

Die Autosaurier stellen eine sehr mannigfaltige und artenreiche Gruppe dar und haben sich sehr verschiedenen Existenzbedingungen angepasst; die Tatsache aber, dass sie alle einen sehr gleichartigen Skelettbau der hinteren Extremität besitzen und dass wir bei sehr verschiedenen Formen dieselbe Entwickelungsrichtung des Extremitätenskelettes finden, zeigt, dass eben diese Entwickelungsrichtung einer der wichtigen Faktoren in der progressiven Entwickelung dieser Reptiliengruppe war; die funktionelle Bedeutung des Baues der hinteren Extremität haben wir soeben besprochen; ich glaube, dass wir aus allem Gesagten einen richtigen Schluss ziehen, wenn wir sagen, dass das Skelett der hinteren Extremität der Autosaurier sich im Vergleich zu dem der vorderen progressiv entwickelt.

XIII.

Die hintere Extremität der ausgestorbenen und rezenten Diapsida.

Wir wollen nun ebenso, wie wir es für die vordere Extremität getan haben, die von uns gewonnenen Resultate an einem weiteren vergleichend-morphologischem Material prüfen und beginnen diesen Vergleich mit den niedersten uns bekannten Diapsida, den Diaptosauriern. Im allgemeinen müssen wir sagen, dass die hintere Extremität der Diaptosaurier einen sehr primitiven Bau besitzt: bei Proterosaurus besteht der Tarsus aus sieben Knochen, und zwar, nach Osborns Deutung, dem grossen Astragalus, dem Calcaneus (Fibulare), dem runden Centrale [1]), und vier Tarsalia distalia (Tarsalia 1, 2, 3, 4 + 5). Die Metatarsalia sind entschieden länger als die Metacarpalia; die Phalangenformel ist die für die Diapsida typische, nämlich 2, 3, 4, 5, 4. Die Extremität von Proterosaurus zeigt uns eine höchst interessante Kombination von primitiven und progressiven Merkmalen: so stellt die Zusammensetzung der proximalen Reihe der Tarsalia aus drei diskreten Elementen, besonders die Existenz eines freien Centrale tarsi, gewiss ein sehr primitives Merkmal dar, ebenso wie die Existenz freier Tarsalia distalia 1 und 2, besonders wenn wir bedenken, dass bei den Autosauriern selbst im embryonalen Zustand nur 6, resp. 7 (Meniscus) diskrete Elemente des Tarsus vorhanden sind. Dagegen ist das Fehlen eines freien Tarsale distale 5 und die Verlängerung der Metatarsalia im Vergleich zu den Metacarpalia schon Zeichen einer progressiven Entwickelung.

Bei Palaeohatteria ist die hintere Extremität nicht länger als die vordere, d. h. sehr kurz. Der Tarsus besteht aus 7 Elementen, nämlich Astragalus, Calcaneus, Tarsalia distalia 1...5: Die Metatarsalia sind von gleicher Länge wie die Metacarpalia, das heisst ausserordentlich kurz (nur sehr wenig länger als die Phalangen); die Phalangenformel ist dieselbe wie in der vorderen Extremität, d. h. 2, 3, 4, 5, 3. Auch diese Extremität besitzt einen sehr primitiven Charakter: ausser den bei Proterosaurus erwähnten Zügen

---

[1]) Baur hält das Centrale von Proterosaurus für ein Intermedium.

primitiver Organisation (nicht verwachsene Astragalus und Calcaneus, freie Tarsalia distalia 1 und 2) finden wir ein freies Tarsale distale 5, welches bei keinem lebenden Reptil mehr vorkommt. Ein Centrale tarsi fehlt bei Palaeohatteria, doch müssen wir bei der Beurteilung dieses Merkmals bedenken, dass wir, wie gesagt, nur junge Exemplare dieser Form kennen: es ist wohl möglich, dass das Centrale tarsi bei ihnen noch knorpelig war, und bei der Versteinerung nicht erhalten blieb. Dasselbe Bedenken können wir auch in Bezug auf das Intermedium aussprechen. Die Kürze der „langen Knochen", besonders die Kürze der Metatarsalia und ihre Gleichartigkeit sind gewiss Merkmale sehr primitiver Organisation.

Bei Kadaliosaurus ist die hintere Extremität von gleicher Länge wie die vordere (beide sind lang). Der Tarsus enthält sieben Elemente: Astragalus, Calcaneus (Fibulare), Tarsalia distalia 1...5, so dass Kadaliosaurus ebenfalls ein freies Tarsale distale 5 besitzt; ein Centrale tarsi findet sich nicht vor, und da die untersuchten Extremitäten erwachsenen Tieren mit wohl verknöchertem Skelett angehörten, so müssen wir annehmen, dass das Centrale bei dieser Form schon mit einem der Nachbarelementen (wahrscheinlich mit dem Astragalus) verwachsen ist. Die Metatarsalia sind länger als die entsprechenden Metacarpalia.

Bei Embolophorus (Pelycosauria) besteht der Tarsus aus Astragalus, Fibulare, Centrale, Tarsalia distalia 1—4; interessant ist, dass wir auf der von Case gemachten Restauration von Embolophorus an der postaxialen Seite des Fusses, zwischen Calcaneus und Fibulaende noch ein Element vorfinden, welches nicht anders, als *als Pisiforme tarsi* zu deuten ist; wenn diese Restauration richtig ist, so kommt dieser Tatsache, im Zusammenhang mit der Annahme Dollo's, dass der Calcaneus von Varanus einem Fibulare+Pisiforme entspricht, eine wichtige Bedeutung zu. Einen sehr primitiven Charakter hat die hintere Extremität von Procolophon (Textfig. 29): die beiden Extremitäten sind kurz und von gleicher Länge; im Tarsus finden wir 6 Elemente: Astragalus Fibulare, Tarsalia distalia 1—4. Der grosse Astragalus (A) ist deutlich zweiteilig und der proximale Abschnitt desselben stellt augenscheinlich [seiner Form und Lage nach] das Intermedium (i) dar, so dass wir sagen können, dass der Astragalus von Procolophon ein Intermedium enthält; ein freies Centrale finden wir nicht, aber nach dem, was wir über

das Schicksal dieses Knochens wissen, können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es in dem grossen tibialen Abschnitt des Astragalus enthalten ist. Die Metatarsalia (I—V) sind kurz und unterscheiden sich der Länge nach wenig voneinander. Die Phalangenformel ist 2, 3, 4, 5, ?. Sehr interessant für uns ist auch die hintere Extremität von Stereosternum tumidum (T. Fig. 30) (Proganosauria): an ihr finden wir auch eine Reihe von progressiven Zügen mit solchen vermischt, die auf eine primitive Organisation

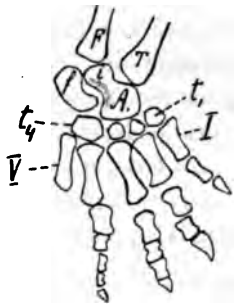


Fig. 29. Procolophon trigonicepshintere Extremität. Nach Broom aus Osborn. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

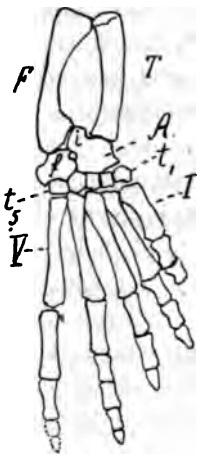


Fig. 30. Stereosternum tumidum, hintere Extremität, nach Osborn. Bezeichnungen wie auf den Tafeln.

hinweisen. Die „langen“ Knochen der hinteren Extremität sind entschieden länger als die entsprechenden Elemente der vorderen; ein freies Centrale tarsi fehlt. Alles das können wir als Anfänge einer in derselben Richtung wie bei den Autosauriern vor sich gehenden progressiven Entwickelung ansehen; doch sind Astragalus und Fibulare diskret, am Astragalus ist der Intermediumabschnitt noch deutlich unterscheidbar, es sind fünf vollkommen diskrete Tarsalia distalia vorhanden: alles das sind charakteristische Züge einer noch sehr primitiven Organisation. Die Phalangenformel ist die für die Diapsida typische, d. h. 2, 3, 4, 5, 4. Die Metatarsalia nehmen regelmässig von der tibialen zu der fibularen Seite an Länge zu, so dass das Metatarsale V das längste von allen ist.

Höchst wertvolle und belehrende Tatsachen ergiebt die Anatomie und besonders die neuerdings ausführlich von Howes und Swinnerton ('01) und Schauinsland ('01) untersuchte Entwickelungsgeschichte des rhynchocephalen Sphenodon. Das erwachsene Tier weist im Tarsus fünf diskrete Elemente auf, nämlich das Tarsale proximale, die Tarsalia distalia 2, 3, 4, und den Meniscus. Schauinsland bezeichnet den Meniscus als ein Tarsale 1, Howes hat jedoch gezeigt, dass der Meniscus ganz unabhängig von letzterem Element sei, welches sich in derselben Weise, wie wir es bei den Autosauriern gesehen haben, anlegt und mit dem Metatarsale I verwächst. Von den fünf Metatarsalia ist das Metatarsale V von hakenförmiger Gestalt; die Phalangenformel ist die für die Diapsida charakteristische: 2, 3, 4, 5, 4. Wir sehen, dass bei Sphenodon der Tarsus im erwachsenen Zustand einen primitiveren Bau besitzt als derjenige der niedrigsten Autosaurier; wir können dies daraus schliessen, dass bei Sphenodon ein Merkmal, welches bei den Autosauriern nur im embryonalen Zustande auftritt, *nämlich das freie Tarsale distale 2*, auch im erwachsenen Zustande beibehalten wird. In dieser Hinsicht nähert sich Sphenodon den ausgestorbenen Diaptosauriern.

Die hintere Extremität ist im allgemeinen kurz, so sind z. B. bei dem von mir gemessenen Exemplar Vorderfuss und Vorderarm fast gleich lang (Tibia = 25 mm., Fibula = 24 mm., Radius = 21 mm., Ulna=25 mm.), doch sind die Metatarsalia länger als die Metacarpalia, was, wie wir gesehen haben, bereits auf einen höheren Entwickelungsgrad hindeutet. Die Länge der Metatarsalia des von mir untersuchten Exemplars ist: I = 9, II = 12, III = 15, IV = 16, V = 9. Die Länge der Metacarpalia ist: I = 7, II = 9, III = 10, IV = 9, V = 7; wenn wir die Länge des Metatarsale und des Metacarpale I gleich 1 setzen, so bekommen wir für die übrigen Metatarsalia und Metacarpalia die Zahlen:

	I	II	III	IV	V
Metatarsalia	1	1,3	1,7	1,8	1
Metacarpalia	1	1,3	1,4	1,3	1

Wir sehen also, dass die Metatarsalia nicht nur absolut länger sind als die Metacarpalia, sondern dass auch die relative Verlängerung der Metapodialia III und IV in der hinteren Extremität stärker ist

als in der vorderen. Interessant ist es, dass das Metatarsale V ebenso lang ist wie das Metatarsale I; bei den Autosauriern ist dasselbe gewöhnlich bedeutend kürzer als das Metatarsale I. Dies kann als ein Zeichen primitiverer Organisation des Metatarsus von Sphenodon gelten.

Eine noch grössere Anzahl von primitiven Zügen finden wir in der embryonalen Entwickelung. In frühen Entwickelungsstadien findet Howes an Stelle des Tarsale proximale vier diskrete Elemente, nämlich Tibiale, Centrale, Intermedium und Fibulare. Die drei ersten verschmelzen untereinander zur Bildung des Astragalus, welcher später selbst mit dem Fibulare (Calcaneus) zur Bildung des Tarsale proximale verwächst. Durch diese Entdeckung ist die alte Annahme Gegenbaurs, dass der Astragalus der Reptilien drei verschmolzenen Elementen (t + i + c) entspricht, glänzend bestätigt. Schauinsland sagt, dass „bei Embryonen... in den weitaus meisten Fällen 6 Tarsalstücke vorhanden sind“ und zwar Fibulare, Tibiale + Intermedium und die Tarsalia distalia 1, 2, 3, 4. Den Meniscus erwähnt Schauinsland nicht und scheint ihn für das Tarsale dist. 1 zu halten. Auch des Centrale tibiale von Hoves erwähnt er nicht; dieses Centrale hat dieselbe Lage wie das von uns beschriebene Centrale der Autosaurier. Dagegen beschreibt er als eine individuelle Variation das Vorkommen eines kleinen Knorpels zwischen Intermedium, Fibulare und Tarsale 4 und deutet ihn als ein Centrale; wenn wir die Beobachtungen von Howes in Betracht ziehen, könnten wir diesen Knorpel als ein Centrale fibulare, welches dem Centrale 2 der vorderen Extremität entspräche, deuten. Sehr viel seltener kommt, nach Schauinsland, ein selbstständiges Centrale zwischen Astragalus, Tars. dist. 3 und Tars. dist. 4 (Centrale fibulare) zur Anlage. „Einmal“ (unter sehr vielen Fällen) traf er „diese zwei Centralia gleichzeitig an und ebenfalls nur einmal war das spätere ganz einheitliche, grosse tarsale proximale Tarsalstück in vier einzelne Knorpel, nämlich ein Tibiale, 1 Fibulare, 1 Intermedium, und 1 Centrale getrennt“. In diesem letzen Falle scheint der Zustand, den Howes in frühen Entwickelungsstadien angetroffen, sich ausnahmweise bis auf ein spätes Entwickelungsstadium erhalten zu haben. Der Umstand, dass Schauinsland zwei Centralia im Tarsus findet, ist gleichfalls von Interesse: er bringt uns auf den Gedanken, dass bei den Vorfahren von Sphenodon im Tarsus, ebenso wie im Carpus,

ursprünglich zwei Centralia vorhanden waren, und dass das eine von ihnen (das Tibiale) mit dem Astragalus verwachsen, das andere (Fibulare) aber atrophiert ist und nur in Ausnahmefällen, als eine atavistische Variation, auftritt.

Wenn wir alle diese Beobachtungen zusammenstellen, so erhalten wir für die hintere Extremität von Sphenodon folgende Formel:

2	3	4	5	4
I	II	III	IV	V
t_1	t_2	t_3	t_4	
x	C			
t				f
		i		
T				F

Der Tarsus besteht also während des Embryonallebens aus neun diskreten Elementen, und wir haben einige Ursache anzunehmen, dass im Tarsus der Vorfahren dieser Form eine grössere Anzahl von Elementen bestand, dass nämlich noch ein Tarsale 5 und ein zweites Centrale vorhanden waren.

Wir können also sagen, dass wenn der Tarsus des erwachsenen Sphenodon im allgemeinen demjenigen der typischen Autosaurier auch ziemlich änlich ist, er im embryonalen Zustande dagegen sehr primitive Züge aufweist, welche wir in der Entwickelung der Autosaurier bereits nicht mehr vorfinden. Sehr bemerkenswert ist, dass wir manchen von diesen Zügen (z. B. dem Vorhandensein eines selbstständigen Intermediums, eines Centrale tarsi) schon bei manchen sehr alten Diaptosauriern nicht mehr begegnen, während sie in der Entwickelung von Sphenodon erhalten blieben.

Wir müssen noch einiges über das rätzelhafte Element, welches Born als Meniscus bezeichnet hat und welches auch bei Sphenodon vorkommt, sagen. Howes spricht es als ein „accessory element" an und hält es nicht für möglich, dasselbe mit einem Tarsale distale 1 oder einem Centrale zu homologisieren. Ich glaube, dass es augenblicklich nicht möglich ist, sich so entschieden über die Natur dieses rätzelhaften Elements auszusprechen; mit Sicherheit kann man sagen, dass der Meniscus weder ein Tarsale distale 1, noch ein Centrale tibiale ist; es ist die Frage, ob wir es mit einem ganz neuen Element zu tun haben, und in diesem Sinne könnte man es als accessorisches

bezeichnen, oder aber ob wir ein altes Erbstück der früher komplizierter als jetzt gebauten Reptilienextremität vor uns haben: in diesem letzten Falle könnten wir dasselbe nur als ein Element der Reihe der Centralia ansehen und dies würde uns zu der Annahme führen, dass die Vorfahren der Diaptosaurier eine grössere Anzahl von Centralia (etwa drei oder vier) besessen haben, als wir es jetzt gewöhnlich annehmen, und dass diese Centralia in einer transversalen Reihe zwischen Tarsalia proximalia und distalia gelegen waren. Ausdrücklich muss ich dabei bemerken, dass wir keinem direkten Beweis für diese Annahme besitzen. Zu Gunsten dieser Annahme spricht die Tatsache, dass der Meniscus bei weit von einander entfernten Gruppen, wie die Rhynchocephalia und die Autosauria, in fast identischer Lage vorkommt. Bei der entgegengestzten Annahme, d. h. dass der Meniscus ein neues „accessorisches" Gebilde ist, müssten wir sein Vorkommen bei den Autosauriern und Rhynchocephaliern in fast ganz identischer Form und Lage als ein Beispiel der konvergenten Entwickelung beider Formen ansehen; da wir gesehen haben, dass die Entwickelung der hinteren Extremitäten in beiden Gruppen wirklich in mancher Beziehung in paralleler Richtung verlaufen ist (Verwachsung der Tarsalia der proximalen Reihe zu einem einzigen Tarsale proximale, Vereinigung des Tarsale 1 mit Metatarsale I, Verlängerung der mittleren Metatarsalia etc.), so ist auch diese Annahme sehr wohl möglich: die allgemeine konvergente Entwickelung kann auch in einem Spezialfalle zu analogen Neubildungen geführt haben. Meiner persönlichen Meinung nach lässt sich also in Bezug auf die Bedeutung des Meniscus zur Zeit noch keine endgültige Lösung der Frage erhoffen.

Wir haben soeben den Bau der Extremitäten der niedrigsten Diapsida einer flüchtigen Uebersicht unterworfen. Bevor wir irgend Schlussfolgerungen aus dem Gesagten ziehen, müssen wir den Extremitätenbau der höheren und mehr spezialisierten Formen der Diapsida untersuchen. Bei Aetosaurus (Phytosauria) ist die hintere Extremität krokodilartig: im Tarsus finden wir vier Knochen: Astragalus und Calcaneus (Fibulare) sind getrennt; in der zweiten Reihe sind nur zwei Tarsalia distalia (t_3, t_4) vorhanden. Das Metatarsale V ist kurz, die Phalangenformel ist 2, 3, 4, 4, 1; wir sehen also eine Reduktion der fünften Zehe.

Bei den Krokodiliern haben wir leider für die hintere Extremität keine ausführliche embryologische Untersuchung. Gegenbaur giebt an, dass man im Tarsus der Krokodile vier diskrete Elemente, nämlich den Astragalus (t+i+c), den Calcaneus (f), das Cuboideum, und eine Knorpellamelle, welche den zusammengeschmolzenen Tarsalia dist. 1, 2, 3 entspricht, unterscheiden kann; dieser Deutung des Tarsus der Krokodile schliesst sich auch Hoffmann an, mit dem Unterschiede, dass er das Cuboideum Gegenbaurs als ein Tarsale dist. 4 ansieht, und das Metatarsale V für ein Tarsale dist. 5 hält. Baur (85) findet im Tarsus der Krokodile stets fünf Elemente, nämlich Astragalus, Calcaneus, Tarsalia distalia 2, 3, 4 + 5 Aut. oder, nach seiner oben erwähnten Bezeichnung, nach welcher der zweite Finger der ersten Zehe entspricht, Tarsalia distalia 3, 4, 5. Dabei leugnet er die Existenz eines Tarsale dist. 1 (Hoffmann) ab.

Der letzte Forscher, welcher die hintere Extremität der Krokodile untersucht hat, ist Rabl ('03); leider sind in seinem Referat über die Ergebnisse seiner Untersuchungen seine Resultate sehr kurz dargelegt; nach ihm kann man während der Embryonalentwickelung in der Anlage des Astragalus (Tritibiale) noch ein Intermedium unterscheiden; die Tarsalia dist. 1, 2, 3, bilden nach ihm eine Platte, welche mit den Basen der entsprechenden Metatarsalia artikuliert; in Bezug auf die Existenz des Tarsale 1 schliesst sich Rabl also der Ansicht Gegenbaurs und Hoffmanns an.

In Bezug auf die Tarsalia der proximalen Reihe sagt Rabl Folgendes: „Tritibiale und Fibulare zeigen noch dasselbe Verhalten wie bei den Schildkröten und auch das vierte und fünfte Basale finden sich noch in den gleichen Beziehungen". Auf der entsprechenden Fig. 13, welche den Krokodiltarsus darstellt, sind Tritibiale und Fibulare (Astragalus und Calcaneus Autorum) durch eine punktierte [1]) Linie von einander geschieden, ebenso wie in der Fig. 12 (Tarsus der Schildkröten). Dieser Satz Rabls widerspricht (wenn ich ihn recht verstehe) den Tatsachen: bei den Schildkröten verwachsen die bei den Embryonen getrennten Tritibiale und Fibulare beim ausgewachsenen Tier miteinander und bilden ein einheitliches Tarsale proximale (und darum ist die Fig. 12 Rabls vollkommen richtig),

---

[1]) Da wo Rabl diskrete Elemente abbildet, sind sie auf seinen Figuren durch nicht punktierte Linien getrennt (comp. Fig. 9 Protamniotentarsus).

bei den Krokodilen dagegen sind diese Elemente auch beim erwachsenen Tier von einander getrennt und in dieser Hinsicht stimmt der Krokodiltarsus mit demjenigen der meisten ausgestorbenen Reptilien überein und ist entschieden primitiver gebaut als der Schildkrötentarsus.

Bei den Krokodilen sind die Metatarsalia I—IV ziemlich lang, das Metatarsale V dagegen rudimentär; die Phalangenzahl ist beim erwachsenen Tier (Hoffmann '90) 2, 3, 4, 4, 0. Interessant ist es, dass ich bei einem sehr jungen Exemplar von Crocodilus an der vierten Zehe fünf Phalangen (Phalangenformel 1, 2, 3, 4, 5, 0) fand; die beiden letzten Phalangen des Dig. IV waren dabei knorpelig: es scheint demnach, dass die von Kükenthal an den Fingern der postaxialen Seite der vorderen Extremität beobachtete embryonale Polyphalangie auch in der hinteren Extremität während des Embryonallebens besteht.

Nach dem Gesagten kommen wir zu dem Schlusse, dass die hintere Extremität der Krokodilier uns eine Kombination von primitiven und progressiven Merkmalen zeigt; die Existenz eines diskreten Astragalus und Calcaneus im erwachsenen Zustand, die Andeutung der Intermediums während des Embryonallebens sind im Vergleich zu den übrigen rezenten Reptilien allerdings primitive Merkmale; dagegen weiste die Atrophie der 5-ten Zehe und die Konkreszenz der Tarsalia distalia 1, 2, 3 miteinander auf eine im Laufe der phylogenetischen Entwickelung eingetretene adaptive Spezialisierung der hinteren Extremität hin. In Bezug auf das über den allgemeinen Entwickelungsgang der hinteren Extremität der Autosaurier Gesagte möchte ich hervorheben, dass auch im Krokodiltarsus die Verminderung der Zahl der einzelnen Elemente des Tarsus hauptsächlich nicht durch Atrophie, sondern durch Verwachsung der einzelnen Tarsalia zustande gekommen ist (Astragalus $= t + i + (C?)$, $t_1 + t_2 + t_3$).

In den Extremitäten der übrigen ausgestorbenen Diapsida (Ichtyosauria [1]) Dinosauria, Mosasauria unter den Squamata, Pterosauria)

[1]) Was die Extremitäten der Ichtyosaurier anbetrifft, so ist es, wie ich bereits öfters bemerkte, sehr schwer dieselben für die Deutung des Baues der primitiven Reptilienextremität zu verwerten, da sie infolge des Wasserlebens eine starke sekundäre Vereinfachung erlitten haben. Da wir in diesen Extremitäten

finden wir bedeutende Abweichungen vom primitiven Typus der hinteren Extremität, wie wir ihn nach dem Bau der Diaptosaurier und den embryologischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen an den rezenten Diapsiden rekonstruiren können; doch auch ein gemeinsames primitives Merkmal finden wir bei allen diesen sehr stark von einander abweichenden Formen: Astragalus und Calcaneus, welche bei den meisten rezenten Reptilien im erwachsenen Zustand (mit Ausnahme der Krokodilier) miteinander verwachsen sind (Autosaurier, Testudinata), sind bei den vorweltlichen Diapsida voneinander getrennt. Bei den meisten ist die Zahl der Tarsalia bedeutend reduziert, und die Reduktion ist gewöhnlich an der praeaxialen Seite der Extremität ausgeprägt.

Bei den Dinosauriern sind höchstens fünf Tarsalia, nämlich Astragalus, Calcaneus, Tarsalia dist. 2, 3, 4 zu finden. Oft ist das Tarsale distale 2 nicht mehr vorhanden und dann existieren nur 4 Elemente im Tarsus. In der Extremität der dem Wasserleben angepassten Mosasaurier finden wir nur drei Tarsalia (Astragalus, Calcaneus, Tars. dist. 4). Was aus den verschwundenen Tarsalia distalia der praeaxialen Seite geworden ist, d. h. ob dieselben atrophieren oder mit Nachbarelementen des Tarsus verwachsen sind, wissen wir nicht. Bemerkenswert ist, dass wir bei den Dinosauriern, ebenso wie bei den rezenten höheren Autosauriern, eine im Vergleich zu den Metatarsalia I und V progressive Entwickelung der drei mittleren Metatarsalia bemerken; die Funktion der Vorwärtsbewegung des Körpers wird hauptsächlich auf die drei mittleren Zehen übertragen, wobei die randständigen Zehen sich in vielen Fällen reduzieren. Unsere Schlussfolgerungen aus dieser vergleichenden Uebersicht des Baues und der Entwickelung der uns bekannten Diapsida können wir in folgenden kurzen Sätzen formulieren: 1. In der hinteren Extremität aller augestorbenen Diapsida finden wir mindestens zwei diskrete Tarsalia proximalia, einen Astragalus und

---

im Tarsusabschnitt eine grösse Anzahl von diskreten Elementen, von denen das eine wahrscheinlich das Intermedium darstellt, vorfinden, so können wir mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit sagen, dass ihre flossenförmige Extremität sich aus einem verhältnissmässig primitiven Extremitätentypus entwickelt hat, bei dem die Verminderung der Elemente des Tarsus noch nicht eingetreten war.

einen Calcaneus,—Verhältnisse, welche dem embryonalen Zustande der rezenten Rhynchocephalier und Autosauriern entsprechen, während bei den erwachsenen Autosaurier und bei Sphenodon diese Elemente infolge der Verwachsung zu einem einheitlichen Tarsale proximale verschmolzen sind.

2. Bei den primitivsten Diaptosauriern (Proterosaurus) war ein freies Centrale tarsi vorhanden. Das embryonale Verhalten dieses Centrale bei Sphenodon und den Autosauriern macht es sehr wahrscheinlich, dass bei den Formen, welche kein freies Centrale tarsi besitzen,. dasselbe nicht einfach atrophiert, sondern an der Bildung des Astragalus teilgenommen hat, d. h. mit dem Tibiale verwachsen ist.

3. Ein selbstständiges Intermedium tarsi ist bei keinem der untersuchten Diapsida im erwachsenen Zustand angetroffen worden. Im Embryonalzustand finden wir ein freies Intermedium im Tarsus von Sphenodon und Spuren desselben bei den Krokodiliern (Rabl), wo es mit dem Tibiale zur Bildung des Astragalus verwächst. Bei einigen Proterosauriern (Procolophon, Stereosternum) können wir nach der Form des Astragalus sagen, dass es aus zwei miteinander verwachsenen Elementen besteht, bei den meisten Diapsida dagegen sind alle Spuren der primitiven Zusammensetzung des Astragalus aus drei früher selbstständigen Elementen, bis auf seine Grösse im Vergleich zu den anderen Tarsalia, werwischt.

4. Im Tarsus von Embolophorus war, wie es scheint, ein Pisiforme tarsi vorhanden.

5. Bei einigen sehr primitiven Diaptosauriern (Palaeohatteria, Kadaliosarus, Stereosternum) waren fünf Tarsalia distalia (t_1—t_5) vorhanden, so dass die hintere Extremität in dieser Beziehung denselben Bau hatte wie die vordere bei der Mehrzahl der Reptilien; bei allen übrigen Diapsida giebt es kein Tarsale distale 5.

6. Die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung an Autosauriern (auch an Cheloniern) giebt keinen Stützpunkt für die Annahme, dass das grosse Tarsale dist. 4, welches gewöhnlich die vierte und fünfte Zehen trägt, ein Cuboideum, d. h. ein t_4+t_5 vorstellt.

7. Bei manchen Diaptosauriern ist die hintere Extremität ebenso kurz wie die vordere und die Metatarsalia sind den Metacarpalia

dieser Tiere ähnlich, d. h. kurz, und unterscheiden sich der Länge nach wenig voneinander.

8. Gewöhnlich ist die Phalangenformel der Diapsida 2, 3, 4, 5, 4, aber in einigen Fällen finden wir: A. diminutive Abweichungen von dieser Formel (Phalangenzahl kleiner als 2, 3, 4, 5, 4), welche sich durch Reduktion leicht erklären lassen und B. augmentative Abweichungen (wo die Phalangenzahl grösser als 2, 3, 4, 5, 4 ist). Dieselben sind besonders stark bei wasserlebenden Diapsida (Ichtyosauria) ausgeprägt, kommen aber auch bei den landlebenden Formen (einige Autosaurier) vor.

9. In der phylogenetischen Entwickelung der meisten Diapsidengruppen sehen wir eine ganze Reihe von gemeinsamen Zügen, so dass wir für die meisten eine übereinstimmende Richtung der phylogenetischen Entwickelung annehmen können.

10. Nach der Summe unserer embryologischen und anatomischen Kentnisse über die Zusammensetzung der hinteren Extremität der Diapsida können wir folgendes Bild des primären Baues derselben entwerfen: der primitive Bau des Skelettes der hinteren Extremität der Diapsida ist demjenigen der vorderen Extremität sehr ähnlich. Das Extremitätenskelett besteht aus einer verhältnissmässig grossen Anzahl von diskreten und frei beweglichen, sich der Grösse nach wenig voneinander unterscheidenden Skelettelementen. Im Stylo- und Zeugopodium finden wir nie mehr als drei Knochen (Fe, T, F), welche ursprünglich kurze und dicke Elemente sind. Im Basipodium befindet sich primär eine grosse Anzahl von Elementen, welche dieselbe Lage wie ihre Homodynamen in der vorderen Extremität haben. Die Zahl dieser Tarsalia war nicht kleiner als 9 (Tibiale, Fibulare, Intermedium, Centrale, Tarsalia distalia 1—5) wahrscheinlich aber [1]) grösser. Zwischen Tarsalia dist. und Metatarsalia bestanden dieselben Beziehungen wie zwischen Carpalia dist. und Metacarpalia, d. h. Tarsale distale, Metatarsale und Phalangen einer Zehe stellen Elemente gleicher Ordnung, Gliederungsprodukte ein und desselben Zehenstrahles dar. Die Metatarsalia waren kurze Knochen, welche sich der Grösse nach wenig von den Phalangen unterschieden. Wie in der vorderen Extremität war die postaxiale Seite der Extremität stärker entwickelt als die praeaxiale (Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 4). Die Zusammensetzung dieser anzestralen hy-

[1]) Wenn wir den Meniscus und das Pisiforme zu den canonischen Tarsalia rechnen.

pothetischen Extremität der Proreptilia lässt sich durch folgende Formel ausdrücken:

2	3	4	5	4
I	II	III	IV	V
t_1	t_2	t_2	t_4	t_3
x	C			
t		f		
	i		pi	
T		F		
		Fe.		

11. Diese Urform der primitiven Diapsidenextremität ist, wie gesagt, auf Grund einer Zusammenstellung unserer embryologischen und paleontologischen Erfahrungen konstruiert. Bemerkenswert ist, dass sie 1. weniger primitiv, als die auf Grund derselben Tatsachen von uns aufgestellte Urform der vorderen Extremität der Diapsida ist und dass 2. die niedrigsten und ältesten permischen Diaptosaurier uns in mancher Hinsicht einen höheren Zustand des Skelettbaues der hinteren Extremität zeigen, als derjenige, den wir auf Grund embryologischer Untersuchung der rezenten Diapsida (Rhynchocephalier, Krokodilier, Autosaurier) rekonstruieren können. Das zeigt, dass die progressive Entwickelung der hinteren Extremität im Vergleich zu der vorderen schon bei den Vorfahren der Diapsida in einem von uns noch entfernteren Zeitalter begonnen hat.

Was die Richtung der Evolution der hinteren Extremität der Diapsida anbetrifft, so können wir im voraus erwarten, dass wir bei einer so formenreichen Tiergruppe verschiedene Entwickelungsrichtungen antreffen werden; die Beobachtung bestätigt diesen Schluss: fast in jeder Ordnung begegnen wir Besonderheiten im Skelettbau der hinteren Extremität, welche dieselbe von selbst nahe verwandten Ordnungen unterscheiden. Wenn wir aber die ganze Summe der uns bekannten Formen übersehen, so finden wir, dass viele von diesen Extremitäten sich in einer ganzen Reihe von Merkmalen gleichen, d. h. einen gemeinsamen Habitus besitzen. Wenn wir diese allgemeinen Merkmale ins Auge fassen, so sehen wir, dass wir, von dem soeben geschilderten primitiven Skelettbau der hinteren Extremität ausgehend, zwei Entwickelungsrichtungen bei den Diapsida antreffen: die erste sehen wir bei den Ichtyosauriern, bei

welchen die hintere Extremität sich von der vorderen nicht unterscheidet. Dabei finden wir in der hinteren Extremität der Ichtyosauria die für alle anderen Diapsida charakteristischen Merkmale nicht entwickelt, was wir zum Teil als Anpassung an das Wasserleben ansehen, zum Teil aus der Tatsache erklären müssen, dass die flossenförmigen Extremitäten der Ichtyosaurier sich aus einer sehr niedrigen Form der Extremitäten ihrer landbewohnenden Vorfahren entwickelt haben, wie man es aus dem Vergleich der Ichtyosaurierextremität mit den ebenfalls an das Wasserleben angepassten Extremitäten der Sauropterygia und der Mosasaurier schliessen kann: der Skelettbau dieser ebenfalls sehr vollkommen an die Schwimmbewegung im Wasser angepassten Extremitäten trägt deutliche Zeichen dessen, dass er sich aus einer schon mehr spezialisirten Form der hinteren Extremität ausgebildet hat. Für die hintere Extremität der Ichtyosaurier sind folgende Merkmale charakteristisch: sie besteht aus einer grossen Anzahl von gleichartigen kurzen Elementen; wir finden keine Verwachsung der einzelnen Elemente miteinander, welche schon für den Tarsus der niedrigsten Diaptosaurier so charakteristisch ist; die Zahl der Phalangen ist bedeutend grösser und wir begegnen einer Tendenz zur Ausbildung der Polydactylie; bei der Ausbildung der Skelettplatte artikulieren die Metatarsalia und Phalangen mit den entsprechenden Elementen der Nachbarstrahlen, wodurch die Strahlenanordnung in diesen Teilen der Extremität partiell verwischt ist.

Bei allen anderen Diapsida finden wir andere charakteristische Merkmale, welche die allgemeine Entwickelungsrichtung der hinteren Extremität charakterisieren, ausgebildet. Selbstverständlich sind diese Merkmale bei den verschiedenen Ordnungen in verschiedenem Grade ausgebildet, aber wir bemerken doch eine allgemeine Tendenz 1. zur progressiven Verlängerung der sogenannten langen Knochen der hinteren Extremität (Stylo-, Zeugo- und Metapodium) bei den höchsten Formen, 2. zur Vereinigung der drei mittleren Metatarsalia miteinander; 3. zur Verminderung der Zahl der Elemente des Tarsus durch Verwachsung der einzelnen Knochen miteinander und mit den Nachbarteilen.

13. Die palaeontologischen und embryologischen Funde zeigen, dass die Verwachsung der Elemente des Tarsus mit ihren Nachbarteilen phylogenetisch nicht gleichzeitig vor sich ging; wir können

eine gewisse Reihenfolge der Verwachsung entdecken. Ein freies Intermedium finden wir selbst bei den primitivsten uns bekannten Diaptosauriern nicht; embryonal finden wir das Intermedium selbstständig bei Sphenodon (Howes) und vielleicht bei den Krokodiliern; bei keinen anderen Diapsiden (wir könnten sagen bei keinem anderen Reptil), mit Ausnahme der Ichtyosaurier, bei welchen, wie wir gesehen haben, die Entwickelung eine andere Richtung eingeschlagen hat, ist ein freies Intermedium tarsi bekannt. Wir können annehmen, dass es schon bei den Vorfahren aller Diapsida seine Selbstständigkeit eingebüsst hat und mit dem Tibiale verwachsen ist.

Ein noch selbstständiges Centrale finden wir bei Proterosaurus; bei allen übrigen Diapsida kommt es nicht mehr zur Ausbildung, aber im embryonalen Zustand finden wir es frei bei Sphenodon und im Zusammenhang mit dem Tibiale bei den im allgemeinen höher als Sphenodon stehenden Autosauriern angelegt. Bei den Autosauriern finden wir auch, dass sich für das Centrale ein selbstständiges Verknöcherungszentrum ausbildet: all dies (ebenso wie das Verhalten des Centrale bei den Embryonen der Testudinata) bringt uns auf den Gedanken, dass das Centrale tarsi einen höheren Grad der Selbstständigkeit besitzt als das Intermedium, d. h. später in den Astragaluskomplex aufgenommen ist. Am spätesten ist aber die Verbindung dieses Komplexes d. h. des Astragalus mit den Fibulare eingetreten: wir finden diese beiden Knochen bei allen ausgestorbenen Diapsida und bei den rezenten Krokodiliern getrennt; bei den Autosauriern und Sphenodon (Rynchocephalia), wo diese Verwachsung eintritt, begegnen wir während des Embryonallebens vollständig selbstständigen Anlagen für diese beiden Elemente, welche lange Zeit sowohl im Knorpel- als auch im Knochenzustand von einander gesondert bleiben. Diese Tatsachen zeigen uns einen unverkennbaren Parallelismus zwischen der ontogenetischen und der phylogenetischen Entwickelung. Um Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich ausdrücklich, dass ich, wenn ich diesen Parallelismus feststelle, keineswegs die aufgezählten ausgestorbenen Reptiliengruppen für die unmittelbaren Vorfahren der rezenten Formen halte. Doch glaube ich, dass das vergleichende Studium ihrer Anatomie uns eine den Tatsachen entsprechende Vorstellung von der von den paläozoischen und mesozoischen Reptilien erlangten Entwickelungshöhe geben kann; wir finden dabei, dass die rezenten Diapsida in ihrer

embryonalen Entwickelung gewisse Stadien durchlaufen, welche genau dem, was wir bei den fossilen Formen gefunden haben, entsprechen.

Das Tarsale distale 5 scheint als selbstständiges Element verhältnissmässig früh verschwunden zu sein: nur bei wenigen Diaptosauriern kommt es vor, und embryonal treffen wir es bei keinem der rezenten Diapsida an. Was die Tarsalia distalia 1 und 2 anbelangt, so sind die an ihnen bei den rezenten Diapsida eingetretenen Veränderungen (Verwachsung mit den Metatarsalia bei den Autosauriern und Sphenodon ($t_1 + I$), Verwachsung der Tarsalia 1, 2, 3 mit einander bei den Krokodiliern), wie es scheint, neuerworben: bei allen Diaptosauriern sind diese Tarsalia selbstständige Elemente, welche ihre typische Lage an der Basis der Metatarsalia beibehalten. Das Tarsale 1 scheint seine Selbständigkeit früher eingebüsst zu haben, als das Tarsale 2.

XIV.

Vergleichung der hinteren Extremität der Synapsida mit derjenigen der Diapsida.

Ueber den Bau der hinteren Extremität der primitivsten fossilen Synapsida wissen wir leider sehr wenig, da die Extremitäten der meisten Cotylosaurier und Anomodontier wenig bekannt sind. Von Pareyosaurus wird angegeben, dass er ein einziges Tarsale proximale besitzt, dass also bei dieser Form Astragalus und Calcaneus, wie bei den rezenten Autosauriern und Testudinanten zu einem einzigen Stück verschmolzen sind. Bei den meisten Synapsida ist die Phalangenformel 1, 2, 3, 3, 3.

Osborn rechnet die Sauropterygia zu den Synapsida; wir müssen jedoch darauf hinweisen, dass ihre Extremitäten eine grosse Aehnlichkeit mit den typischen Extremitäten der Diapsida besitzen; bei Lariosaurus, wo die Extremität verhälnissmässig wenig durch die Anpassung an das Wasserleben verändert ist, ist die Extremitätenformel:

2	3	4	5	4
I	II	III	IV	V
		t_3	t_4	
	A	f		
	T	F		

Der Phalangenformel und dem Bau des Tarsus nach ist diese Extremität derjenigen eines höheren Diapsiden ausserordentlich ähnlich.

Bei den Plesiosauriern finden wir in der proximalen Reihe des Tarsus sieben diskrete Elemente, doch ist es schwer diesen Elementen eine genaue Deutung zu geben. Smith Woodward ('98) nimmt an, dass im Tarsus von Plesiosaurus ein freies Intermedium und ein kleines Pisiforme tarsi vorhanden sind; wenn diese Deutung richtig ist, so haben wir im Tarsus von Plesiosaurus eine sehr primitive Form vor uns. Jedenfalls ist die grosse Zahl der Tarsalia der Plesiosaurier eine äusserst interessante Tatsache: wir müssen annehmen, dass diese Extremität sich aus einer Form mit einer kleinen Anzahl von Tarsalien (wie wir es z. B. bei Lariosaurus finden) entwickelt hat, und dann müssen wir eine sekundäre Vermehrung der Tarsalia zulassen, oder wir können voraussetzen, dass die grosse Zahl der Tarsalia ein anzestrales Merkmal ist, welches die Plesiosaurier bei ihrer Anpassung an das Leben im Wasser beibehalten haben. Mir scheint diese zweite Annahme bei unserer jetzigen Kenntnis des Tarsusbaues der primitivsten Reptilien jedenfalls ebenso wahrscheinlich wie die erste.

Viel mehr Material als die aufgezählten Formen ergeben die Chelonier, deren Extremitäten nicht nur vergleichend-anatomisch, sondern auch embryologisch untersucht worden sind.

Gegenbaur geht bei seinen Untersuchungen über den Reptilientarsus von den Chelonia, bei denen man, seiner Meinung nach, den niedrigsten Zustand der Reptilienextremität antrifft, aus. Auch der neueste Bearbeiter dieser Frage, Rabl ('03), sagt, dass die Schildkröten sich am wenigsten von der Urform des Reptilientarsus entfernt haben. Demnach müssen wir dem Skelett der hinteren Extremität der Chelonia eine besondere Aufmerksamkeit schenken. Wir haben gesehen, dass bei Emys lutaria der Tarsus des erwachsenen Tieres aus fünf diskreten Elementen, nämlich dem Tarsale proximale und den Tarsalia distalia 1, 2, 3, 4 besteht.

Im allgemeinen ist der Tarsus der Chelonier sehr gleichartig gebaut und unterscheidet sich nur wenig von dem soeben beschriebenen Typus; immer findet sich ein einheitliches Tarsale proximale, und die Tarsalia distalia sind mit den Metatarsalien nicht verwachsen; in dieser Hinsicht können wir den Tarsus der Chelonier als

primitiver bezeichnen als den der Autosaurier und selbst den von Sphenodon, wo die Tarsalia 1 und 2, resp. das Tarsale 1 mit den entsprechenden Metatarsalia verwachsen. Die Chelonier haben, so zu sagen, das primitive Verhalten, das wir bei den Embryonen der Autosaurier und Rhynchocephalier und den erwachsenen Diaptosauriern beobachten, beibehalten. Dagegen finden wir, dass manchmal bei ihnen ein anderer Verwachsungsprozess, welcher an das bei den Krokodiliern angetroffene Verhalten erinnert, vorkommt: die Tarsalia distalia haben, wie es scheint, die Tendenz miteinander zu verwachsen. Bei Aspidonectes emorii sind die Tarsalia dist. 2 und 3 zu einem Stück vereinigt (Baur '85), bei Sphargys, Chelonia cauana und Chelonia virgata die Tarsalia 3 + 4. Die Metatarsalia der Chelonii sind im allgemeinen kurze Knochen; wie bei den Autosauriern ist das Metatarsale V gewöhnlich viel kürzer als die übrigen Metatarsalia und hat eine hakenförmige Gestalt. Was die Zahl der Phalangen anbetrifft, so giebt Gadow an ('01), dass keiner der Chelonier mehr als drei Phalangen besitzt; nach Hoffmann ('90) kommt aber bei ihnen auch eine grössere Anzahl von Phalangen vor; bei der Beurteilung der Angaben Hoffmanns müssen wir aber in Betracht ziehen, dass er das Metatarsale V autorum für ein Tarsale 5 hält (diese Ansicht Hoffmanns wurde von einer ganzen Reihe von Forschern widerlegt und keiner der neueren Untersucher hält dieselbe, so viel ich weiss, für richtig); darum nimmt Hoffmann an, dass die erste Phalanx der fünften Zehe das Metatarsale V vorstellt und zählt am fünften Finger eine Phalanx weniger, als die Autoren, welche das Metatarsale V für ein solches und nicht für das Tarsale 5 halten. Darum müssen wir die Angaben Hoffmanns in dieser Beziehung berichtigen und an der 5. Zehe eine Phalanx mehr zählen, als er angiebt. Dann bekommen wir folgende Phalangenformeln:

Seeschildkröten . . .	2	3	3	3	3
Trionycidae	2	3	3	4	3
Chelys	2	3	3	3	4
Chelodina	2	3	3	3	4
Chelemys	2	3	3	3	4
Emydae	2	3	3	3	2
Testudinina	2	2	2	2	1

Leider fehlt mir das Material um diese Angaben zu kontrollieren und die Meinungsverschiedenheit zwischen den beiden Forschern auszugleichen. Diese Frage besitzt ein gewisses Interesse, da die Frage von der Zahl der Phalangen bei den Reptilien in der letzten Zeit in den Vordergrund getreten ist und von Osborn als Unterscheidungsmerkmal zwischen den Diapsida und Synapsida angewandt wurde: er nimmt nämlich an, dass die primitivsten Synapsida (Cotylosauria, Anomodontia, Testudinata) die Phalangenformel 2, 3, 3, 3, 3, die primitivsten Diapsida dagegen die Phalangenformel 2, 3, 4, 5, 4 (Diaptosauria) besitzen. Wenn die Angaben Hoffmanns, dass manche Chelonier eine grössere Zahl von Phalangen an der postaxialen Seite der Extremität besitzen, als es gewöhnlich angenommen wird, richtig ist, so ist in dieser Beziehung der Unterschied zwischen Diapsida und Synapsida schon nicht mehr so gross; wenn wir diese Tatsache mit dem, was früher über die beschleunigte Entwickelung der postaxialen Seite der Extremität der Chelonier gesagt wurde, zusammenstellen, und dabei bedenken, dass diese progressive Entwickelung des vierten Zehenstrahles bei Formen (Emydae, Chelonidae; Rabl '03), welche im erwachsenen Zustande keine progressive Entwickelung der Strahlen der postaxialen Seite aufweisen, auftritt, so kommen wir zu dem Schlusse, dass die grössere Zahl der Phalangen der vierten und der fünften Zehe bei den Diapsida nicht ein neuerworbenes, sondern ein primitives, von sehr alten Vorfahren ererbtes Merkmal ist. Demnach müssten wir annehmen, dass der Umstand, dass die meisten Chelonier eine kleine Zahl von Phalangen an der postaxialen Seite besitzen, eine bei den Synapsida sehr früh eingetretene Reduktionserscheinung ist.

Wir haben darauf hingewiesen, dass das Tarsale proximale der Chelonier ein einheitliches Element ist; nach Hoffmann sind aber seine beiden knöchernen Bestandteile bei einigen Formen (Chelonia, Chelydra) auch im erwachsenen Zustand durch eine Knorpelbrücke getrennt. In dem noch knorpeligen Tarsale proximale finden wir bei jungen Tieren bei einigen Formen drei Verknöcherungszentren, nämlich Astragalus, Fibulare und Centrale (Cinosternum, Pentonyx; Hoffmann); dieses Verhalten des Centrale können wir als ein Merkmal primitiver Organisation im Vergleich mit dem Verhalten bei anderen Formen (Chelonia, Clemmys, Chrysemys, Emys, Testudo), bei welchen im Tarsale proximale nur zwei Ver-

knöcherungskerne (Astragalus und Fibulare) vorkommen, ansehen. Wenn wir die Verknöcherungszentren in Betracht ziehen, so müssen wir offenbar im Tarsus folgende Komponenten annehmen: Astragalus, Fibulare, Centrale, Tarsalia distalia 1—4, im ganzen sieben Elemente.

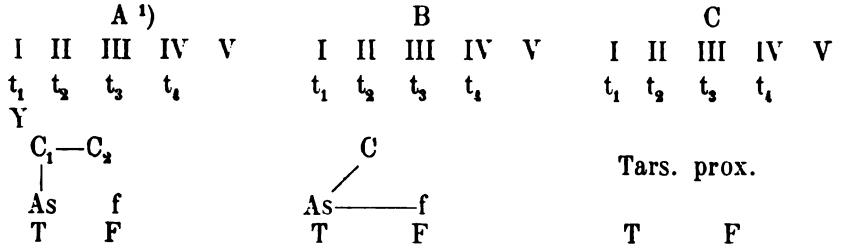
Wenn wir die früheren Entwickelungsstadien (Emys) in Betracht ziehen, so vergrössert sich diese Zahl noch um ein Element, da wir hier die Anlagen zweier Zentralia unterscheiden können; wir finden acht Elemente des Tarsus entwickelt (Astragalus, Centrale 1, Centrale 2, Fibulare, Tarsalia distalia 1—4). Weder die Anlage des Tarsale distale 5, noch diejenige des Intermedium konnten wir auffinden; die Grösse der Anlage des Tibiale macht es aber wahrscheinlich, dass in diesem Element auch ein Intermedium enthalten ist, dass es also einem wirklichen Astragalus entspricht.

Sehr interessant ist die folgende Angabe Baurs ('85): „im Tarsus eines Embryos von Chelydra Serpentina", sagt er „finde ich zwischen Astragalus und Tarsale 1 ein Knorpelstückchen, welches ich nur als den Rest eines tibialen Fingers deuten kann". Auf diesem Funde gründet Baur seine oben erwähnte Annahme, dass der erste Finger der Reptilien der zweiten Zehe entspricht. Leider ist die Beschreibung Baurs zu kurz und von keiner Abbildung der betreffenden Teile begleitet, um eine eingehende Kritik seiner Beobachtungen zu ermöglichen. Es scheint mir jedenfalls gewagt auf Grund des Befundes eines zwischen Astragalus und Tarsale 1 liegenden Knorpels auf die Existenz einer rudimentären Zehe (Praehallux?) an der radialen Seite der Extremität zu schliessen und dieselbe ohne weiteres als dem ersten Finger der vorderen Extremität homodynam zu bezeichnen. Wenn dieser rudimentäre Knorpel nicht zwischen Astragalus und Tarsale 1, d. h. proximal vom diesem Tarsale, sondern lateral vom Tarsale 1 gelegen wäre, so könnten wir ihn vielleicht für Tarsale 0 halten und dann würde uns die Frage entgegentreten, ob nicht vielleicht auch im Carpus Spuren eines praeaxialen Radienrudimentes aufzufinden seien, dem der in Rede stehende Knorpel entsprechen könnte. Es ist aber dabei wohl zu bedenken, dass, wenn wir die Lage des betreffenden Knorpels bei Chelydra zwischen Astragalus und Tibiale 1 in Betracht ziehen, auch eine andere Deutung dieses Elements möglich ist. Der Leser wird sich dabei erinnern, dass eben diese Lage der Meniscus

Borns bei den Autosauriern und bei Sphenodon hat: er liegt auch zwischen Astragalus und Tarsale 1. Nach der Beschreibung Baurs könnten wir mit demselben Recht annehmen, *dass der Knorpel von Chelydra einen Meniscus repraesentiert.* Da ich selbst die Entwickelung von Chelydra nicht beobachtet habe, und da die Beschreibung von Baur zu kurz ist, so kann ich diese Auffassung nicht mit Bestimmtheit vertreten, obgleich sie mir mehr den Tatsachen entsprechend erscheint als diejenige Baurs. Ich glaube, dass eine Nachuntersuchung an Chelydra zur Lösung der Frage unbedingt nötig ist. Wenn aber diese Beobachtung durch eine solche Prüfung bestätigt würde, so würde sie für die Auffasung der Morphologie der hinteren Extremität der Reptilien eine wichtige Bedeutung haben: wenn der Meniscus wirklich in ganz identischer Lage bei so verschiedenen Gruppen wie die Autosaurier, Rhynchocephalier und Chelonier besteht, so ist es gewiss sehr schwer ihn als ein accessorisches Element der hinteren Extremität zu deuten; wir müssten ihn dann wahrscheinlich, wie schon oben gesagt wurde, als ein Centrale ansehen und bei den Proreptilien in der hinteren Extremität die Existenz einer transversalen, zwischen Tarsalia proximalia und distalia gelegenen, aus 3—4 Elementen bestehenden Reihe von Centralia zugeben.

Wenn wir unsere vergleichend-anatomischen und embryologischen Kenntnisse über den Bau der hinteren Extremität der Chelonier zusammenstellen, kommen wir zu demselben allgemeinen Schlusse, zu dem uns die Untersuchung des Skelettbaues der Diapsida geführt hat: wenn wir den beobachteten Tatsachen eine phylogenetische Deutung geben wollen, so müssen wir annehmen, dass die Vorfahren der rezenten Chelonier eine komplizierter gebaute Extremität besassen als die jetzigen Vertreter dieser Gruppe; die progressive Evolution des Extremitätenskelettes bestand in der allmähligen Verminderung der Zahl der Elemente (hauptsächlich im Tarsus, vielleicht auch in den distalen Abschnitten der Zehen) durch Verwachsung der einzelnen Elemente untereinander, zum Teil auch durch Atrophie der einzelnen Elemente. Wir können folgende Formeln für die Extremität in frühen embryonalen Entwickelungsstadien (A), in späteren Entwickelungsstadien (Stad. der noch diskreten Verknöcherungszentren) (B), und für den Zustand bei den Erwachsenen (C) aufstellen (S. 313). Der Vergleich dieser entwickelungsgeschichtlichen Sta-

dien miteinander kann uns eine annähernde Vorstellung von dem geben, wie wir uns den Gang der phylogenetyschen Entwickelung der Chelonierextremität vorzustellen haben.



Die grösste Zahl der Elemente können wir in den früheren Entwickelungsstadien (A) konstatieren, schon weniger in den späteren (B), eine verhältnissmässig sehr kleine beim erwachsenen Tier. Unsere besondere Aufmerksamkeit verdient das Verhalten der Centralia bei den Cheloniern: als Ausgangspunkt finden wir in sehr frühen Entwickelungsstadien (bei Emys) zwei Centralia, welche schon einen gewissen Grad von Degeneration aufweisen; der Verknöcherungsprozess (also spätere Entwickelungsstadien) zeigt uns nur ein Verknöcherungszentrum für das Centrale, bei den erwachsenen Cheloniern verschwindet das Centrale als selbstständige Bildung vollständig. Ich betone diesen Entwickelungsgang, weil Rabl hervorhebt, dass bei den Reptilien ein doppeltes Centrale als Resultat eines Teilungsprozesses des ursprünglich einfachen Centrale entsteht: die entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen an den Cheloniern (ebenso wie an den anderen Reptilienformen, die ein „doppeltes" Centrale besitzen) sprechen gerade gegen diese Auffasung.

Rabl ('03) nimmt an, dass der Tarsus der Schildkröten sich am wenigsten von der Urform des Reptilientarsus entfernt hat. Wenn wir die Summe unserer Erfahrungen über die Extremitäten der Chelonier zusammenstellen und uns ein Urteil über diese schwierige Frage zu bilden versuchen, so müssen wir sagen, dass es uns schwer erscheint sich einer so entschiedenen Meinung unbedingt anzuschliessen. Jedenfalls sind solche Merkmale, wie das Vorhandensein von vier diskreten Tarsalia distalia im erwachsenen Zustande, die Kürze

[1]) Y—Meniscus.

der „langen“ Knochen, die geringen Unterschiede in der Länge der einzelnen Metatarsalia, die unvollständige Verwachsung des Astragalus mit dem Fibulare (bei einigen Formen) Zeichen einer sehr niedrigen Organisation, so dass, wenn wir die rezenten Chelonier mit Sphenodon vergleichen, wir zugeben müssen, dass die hintere Extremität der Chelonier in mancher Hinsicht primitiver ist. Als ein sehr primitives Merkmal müssen wir das Vorkommen von zwei Centralia tarsi bei Emys im Embryonalzustand ansehen; bei Sphenodon sahen wir normal nur ein Centrale, doch zeigten uns die embryonalen Variationen, dass auch hier die Anwesenheit zweier, ja vielleicht mehrerer Centralia als ein primitives Merkmal aufgefasst werden muss. Bei Sphenodon kann dagegen die Anwesenheit eines Intermediums während der Embryonalentwickelung als ein Zeichen seiner niederen Organisation im Vergleich zu den Cheloniern angesehen werden, da bei den bis jetzt untersuchten Schildkröten keine Anlage eines selbstständigen Intermediums aufgefunden wurde [1]).

Wir kommen zu dem Schlusse, dass die Embryologie der Chelonier und die von Sphenodon uns gleich niedrige Zustände des Tarsus offenbart, dass Sphenodon sich im erwachsenem Zustande jedoch mehr von dieser Urform entfernt hat als die Chelonier. Aus diesem Shluss geht von selbst hervor, dass die Autosaurier sich noch weiter von dieser Urform entfernt haben. Was die Krokodilier anbetrifft, so ist der Vergleich mit ihnen nicht leicht durchzuführen, da die Entwickelung ihres Tarsus leider unbekannt ist; jedenfalls ist die lebenslängliche Trennung von Astragalus und Calcaneus ein sehr primitives Merkmal, welches die Chelonier nur im embryonalen Zustande besitzen und im erwachsenen Zustande verlieren; das Vorhandensein des Intermedium tarsi während des Embryonallebens ist ebenfalls ein Zeichen niederer Organisation; andere Merkmale, wie die Verwachsung der Tarsalia dist. 1, 2, 3 miteinander etc. zeigen dagegen, dass die phylogenetische Entwickelung des Tarsus der Krokodilier einige Schritte weiter als diejenige der Chelonier gegangen ist. Wenn wir also nur die *rezenten Reptilien* in Betracht

---

[1]) Dabei muss man aber bedenken, dass nur sehr wenige Schildkröten embryologisch untersucht worden sind, so dass es wohl möglich ist, dass bei der Untersuchung neuer Formen auch ein Intermedium entdeckt werden kann.

ziehen, so müssen wir uns dem Satze Rabls ('03), dass der Tarsus der Schildkröten sich am wenigsten von der Urform des Reptilientarsus entfernt hat, anschliessen. Allerdings wurde diese Ansicht noch im Jahre 1863 von Gegenbaur ausgesprochen. Wenn wir aber nicht nur die rezenten, sondern auch die fossilen Reptilien in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen, so finden wir, dass die typischen Diapsida (Diaptosaurier) einen viel primitiveren Zustand des Tarsus aufweisen als die rezenten Chelonier. Diese Formen besitzen im erwachsenen Zustande Merkmale (diskreten Astragalus und Fibulare, freies Centrale tarsi etc.), welche bei den Cheloniern nur während der embryonalen Entwickelung auftreten.

Wenn wir die Resultate unserer Untersuchungen über das Skelett der beiden Extremitätenpaare der Reptilien zusammenfassen, so finden wir, dass beiden Extremitäten derselbe Bauplan, doch im verschiedenen Grade abgeändert zu Grunde liegt.

Im Folgenden werden wir den Versuch machen die Merkmale primitiver Organisation, welche uns der gegenwärtige Stand unserer vergleichend-anatomischen, embryologischen und paläontologischen Kenntnisse offenbart, zusammenzustellen und, von diesen Merkmalen ausgehend, ein hypothetisches Bild der Extremität der Vorfahren der Reptilien zu rekonstruieren.

Wir haben gesehen, dass in frühen Entwickelungsstadien die Reptilienextremität ihrer Form und Lage nach an eine horizontal gestellte Fischflosse erinnert. Die typisch pentadactyle Form mit frei hervorragenden Fingern entwickelt sich in verhälnissmässig späten Stadien, viel später als z. B. bei den urodelen Amphibien, was besonders auffallend erscheint, wenn wir in Betracht ziehen, dass die Reptilien meistens landlebende Formen sind und dass ihre entfernten Ahnen (Proterosauria etc.) auch meistens landbewohnende Formen waren. Was das Skelett der Extremitäten anbetrifft, so haben wir gesehen, dass die vordere Extremität bei den Reptilien im allgemeinen viel primitivere Merkmale aufweist als die hintere: dennoch zeigt uns die Entwickelungsgeschichte und die Paläontologie den gemeinsamen Bauplan, der beiden Extremitäten zu Grunde liegt. Wenn wir die Extremitäten der verschiedenen Reptilien miteinander vergleichen, so finden wir in ihrem Skelett 1) konstante, so zu sagen kanonische Elemente, welche bei allen Reptilien in ähnlicher Form und Lage vorkommen: dies sind die phylogenetisch fixierten

Skelettstücke der Extremitäten. Als solche fixierte Skelettelemente können wir erstens die Elemente des Stylo- und Zeugopodiums, dann die Metacarpalia und Metatarsalia, und eine gewisse Anzahl von proximalen Phalangen [1]) bezeichnen. Schwieriger ist es diese konstanten Elemente im Basipodium zu bestimmen; in der vorderen Extremität können wir als solche das Radiale, das Ulnare, ein Centrale, das Pisiforme, und die Carpalia distalia 1—5, im ganzen also neun Skelettstücke betrachten. In der hinteren Extremität können wir zu solchen konstanten Elementen das Tibiale, das Fibulare und die Tarsalia distalia 3, 4 rechnen. Ausser diesen konstanten Elementen finden wir eine Reihe von unbeständigen Elementen, welche entweder nur bei einigen Reptiliengruppen vorkommen oder nur während der embryonalen Entwickelung auftreten. Zu solchen Elementen müssen wir zuerst das Intermedium, welches bei einigen Gruppen im erwachsenen Zustand, bei anderen nur während des Embryonallebens, bei anderen wieder gar nicht vorkommt, rechnen. Weiter gehören zu diesen Elementen das zweite Centrale und endlich das Radiale externum. Endlich weisen die individuellen embryonalen Variationen bei Sphenodon darauf hin, dass eine grössere Anzahl von Centralia (etwa 4) vorkommen kann. Es ist die Frage, was diese nicht bei allen Reptilien vorkommenden Elemente bedeuten? Sind es Neubildungen, d. h. war die Extremität der Vorfahren der Reptilien einfacher gebaut, und sind diese Skelettstücke die ersten Anfänge eines neuen komplizierteren Baues? Oder sind es anzestrale Elemente, die letzten Zeichen dessen, dass einst die Extremitäten der Vorfahren der Reptilien einen komplizierteren Bau besassen und dass die progressive Evolution der Reptilienextremitäten (unter anderem) in einer Verminderung der Anzahl der Elemente bestand? In den vorhergehenden Erörterungen haben wir uns zu dieser zweiten Annahme entschlossen. Die Gründe, welche uns dazu bewogen waren folgende: Wir finden diese Elemente meistens bei sehr alten und primitiven Formen wohl entwickelt (die zwei Centralia, das Intermedium bei manchen Diaptosauria); bei den rezenten Formen finden wir sie meistens nur embryonal und dabei bemerken wir, dass sie im erwachsenen Zustande verschwinden (atrophieren oder

---

[1]) Die distalen Phalangen sind, wie schon früher nachgewiesen wurde, nicht so konstante Gebilde.

mit anderen Skelettstücken verwachsen) (zweites Centrale, Intermedium, Radiale externum). Sie kommen in sehr ähnlicher Lage und Form bei systematisch sehr weit enfernten Reptiliengruppen vor. All'dieses führt uns zu dem Schlusse, dass wir in diesen Elementen abortive Bildungen vor uns haben, welche uns ganz unzweideutig zeigen, dass der Carpus der gemeinsamen Vorfahren aller Reptilien, d. h. sehr alter und primitiver Vertebraten, aus einer grösseren Anzahl von Elementen bestand. Zu demselben Resultat gelangen wir, wenn wir die hintere Extremität in Betracht ziehen. Auch hier finden wir eine gewisse Anzahl von unbeständigen Elementen, welche auch bei den primitivsten Reptilien besser entwickelt sind als bei den rezenten, und bei letzteren meistens nur embryonal und in fast identischer Form und Lage bei weit von einander abstehenden Reptiliengruppen vorkommen; nur ist in der hinteren Extremität, welche sich im allgemeinen stärker progressiv entwickelt und dadurch weiter von der primitiven Urform entfernt hat, die Reduktion der meisten dieser Elemente stärker ausgeprägt, als in der vorderen.

1. Die nebenbeistehenden Formeln stellen die Zusammensetzung der hypothetischen ursprünglichen Extremitäten der Reptilien dar: man sieht, dass wir mit Recht sagen können, dass sie einen komplizierteren Bau hatten als die Extremitäten der niedersten uns bekannten Reptilienformen und aus einer grossen Anzahl von in beiden Extremitäten ähnlich gelagerten Elementen bestanden.

I	II	III	IV	V
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
$(C_0?)$	C_1	C_2	$(C_3?)$	
r_1	r	u	pi	
	R	i		
		U		
		H		

I	II	III	IV	V
t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
x	C_1	C_2		
t		f		
T	i	F		
	Fe.			

2. Bei allen Reptilien weist die postaxiale Seite der Extremität entweder im erwachsenen oder im embryonalen (Chelonier) Zustande Zeichen einer progressiven Entwickelung auf.

3. Als primitives Merkmal müssen wir die strahlenartige Anordnung der Elemente, welche sich im Stylo- und Zeugopodium in der Entwickelung der Carpalia (Tarsalia) distalia, der Metacarpalia (Metatarsalia) und Phalangen äussert, ansehen; in den übrigen Elementen

des Carpus und Tarsus können wir diese Strahlenanordnung nicht mehr wiederfinden.

Das Intermedium liegt in frühen Entwickelungsstadien zwischen den Elementen des Zeugopodiums, was zu dem Gedanken führt, dass es ursprünglich zu den Elementen dieser Region gehörte. Wenn diese Vermutung richtig ist, und wir werden sehen dass die Befunde den Urodelen für diese Auffassung des Intermediums als ein Bestandteil des Zeugopodiums sprechen, so würde das Zeugopodium bei den Vorfahren der Pentadactylier aus drei Strahlen bestanden haben. Im Stylopodium finden wir immer nur einen Strahl.

4. Die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung und die Vergleichung des Extremitätenskelettes der niedrig gebauten Reptilien mit dem der höheren führt uns zu der Annahme, dass das Extremitätenskelett der gemeinsamen Vorfahren der Reptilien aus gleichartigen, d. h. der Grösse und Form nach einander ähnlichen Skelettstücken bestand. Wir können mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die progressive Entwickelung des Skeletts der freien Extremitäten in einer Differenzierung der Skelettelemente (Verkleinerung der einen, Verlängerung der anderen) bestand.

5. Wenn wir alles Gesagte zusammenfassen, kommen wir zu dem Schlusse, dass die Extremitäten der Reptilien [1]) wahrscheinlich von einer *flossenartigen* Form abstammen. Das Skelett dieser flossenförmigem Extremität bestand aus einer verhältnissmässig grossen Anzahl *gleichartiger* Skelettstücke, welche als *gegliederte Längsstrahlen* angeordnet waren. Im proximalen Abschnitt finden wir ein einziges Element, im folgenden wahrscheinlich drei Strahlen, in der distalen Partie eine grössere Anzahl (nicht weniger als fünf) solcher gegliederter Strahlen.

---

[1]) Wir sprechen hier von den Extremitäten der Vorfahren der Reptilien, da wir von der Untersuchung der Reptilienextremität ausgehend zu diesen Schlüssen gekommen sind. Die Untersuchung der Extremitätenentwickelung bei den Amphibien wird uns zeigen, dass diese Merkmale sich nicht auf die unmittelbaren Vorfahren der Reptilien allein beziehen, *sondern auf die gemeinsame Ausgangsform aller Pentadactylier.*

III. Das Extremitätenskelett der rezenten und fossilen Amphibien.

XV.

Uebersicht der Hypothesen über die Phylogenie der pentadactylen Extremitäten.

Wenn wir die Litteratur über die phylogenetische Entwickelung der pentadactylen Extremitäten der Wirbeltiere durchsehen, so finden wir, dass die Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Extremitäten der urodelen Amphibien als Grundlage für eine ganze Reihe von Theorien über die Abstammung des Cheiropterygiums von der einen oder anderen Form des Ichtyopterygiums gedient haben. Diese Schätzung der Bedeutung der Amphibien für die Lösung dieser Frage wurde von Gegenbaurs ('64) grundlegender Arbeit angebahnt, in der er die Extremitäten der Urodela als die primitivsten unter allen nach dem Cheiropterygiumtypus gebauten Extremitäten ansieht und als Ausgangspunkt für die Beurteilung der morphologischen Gestaltungen des Skelettbaues der Extremitäten aller höheren Wirbeltiere annimt. An dieser Stelle gehe ich auf die tatsächlichen Befunde dieser ersten Arbeit Gegenbaurs nicht näher ein, da sie wohl einem jeden, der sich mit der Extremitätenfrage befasst hat, bekannt sind, und halte mich nur an die theoretischen Folgerungen, welche er aus diesen Befunden im Zusammenhang mit den Resultaten seiner übrigen Untersuchungen über die Extremitätenfrage gemacht hat, da diese Folgerungen meines Erachtens selbst jetzt, nach einer ganzen Reihe von höchst wertvollen Untersuchungen über diesen Gegenstand, ihre Bedeutung nicht verloren haben [1]).

---

[1]) Hiermit will ich selbstverständlich nicht sagen, dass ich persönlich mit den Gegenbaurschen Ansichten in vollem Umfange einverstanden bin: der Leser wird schon aus den vorhergehenden Kapiteln ersehen haben, dass ich in mancher Hinsicht auf einem ganz anderen Standpunkte stehe als Gegenbaur und seine Schule und im Folgenden wird dies noch deutlicher hervortreten: dabei glaube ich aber, dass die tatsächlichen Ergebnisse und die theoretischen Folgerungen Gegenbaurs eine so tiefgreifende Bedeutung für die Extremitätenfrage gehabt haben, dass kein Forscher, welcher sich für diese Frage interessiert, an ihnen

Anfänglich nahm Gegenbaur als Ausgangsform für die pentadactyle Extremität ein uniseriales Archipterygium an und führte die Hauptaxe desselben durch die praeaxiale Seite, d. h. durch Humerus, Radius und ersten Finger. Später änderte er infolge der kritischen Bemerkungen Huxleys diese Auffasung und nahm an, dass die Hauptaxe durch die Elemente der postaxialen Seite der Extremität gehen müsse; im Jahre 1876 fasst Gegenbaur seine Ergebnisse über die Morphologie des Extremitätenskeletts der Wirbeltiere folgendermassen zusammen: „am Skelett der Vorderextremität der höheren Wirbeltiere lässt sich also im Wesentlichen die gleiche Einrichtung, wie am Metapterygium der Brustflosse der Selachier erkennen. Eine Folge von Skelettstücken, von denen die proximalen stärker sind als die distalen, bildet die Stammreihe, an welchen seitlich gegliederte Radien sitzen. Bei den Selachiern sind diese zahlreicher. Die oberen Glieder der Stammreihe, vor allen das Basale, tragen viele Radien. Bei den Amphibien tritt von jedem Glied der Stammreihe, auch von dem aus dem Basale des Metapterygiums hervorgehenden „Humerus“ nur ein Strahl ab, der wieder gegliedert ist, und wie die folgenden Strahlen einige seiner Glieder in plattenförmige Stücke umgewandelt zeigt, die zusammen einen besonderen Abschnitt bilden, den Carpus, von dem die Enden der Strahlen als Metacarpus und Phalangen hervorgehen“.

In dieser Arbeit lässt Gegenbaur die Stammreihe durch Humerus, Ulna und den letzten Finger gehen. An dieser Auffassung hält er auch in der letzten Ausgabe seiner „vergleichenden Anatomie“ ('98) fest, sieht also als Ausgangsform für die pentadactyle Extremität ein uniseriales Archipterygium an. Dabei nimmt er an, dass in der primitiven Extremität der Tetrapoda zwei Centralia vorhande waren: nach der letzen Auffassung Gegenbaurs geht die Stammreihe in der primitiven pentadactylen Extremität durch Humerus, Ulna, Carpale 5 und das Metacarpale und die Phalangen des fünften Fingers (oder durch die entsprechenden Elemente der hinteren Extremität). Von jedem der Segmente dieses Stammstrahles geht ein sekundärer,

---

stillschweigend vorübergehen kann; selbst wenn er die Ansichten Gegenbaurs nicht teilt, muss er dennoch zugeben, dass die Aufstellung der Probleme und die Andeutung der Richtung in welcher die Lösung derselbe zu suchen wäre, von Gegenbaur stammt.

ebenfalls segmentierter Strahl ab: vom Humerus (erstes Segment der Stammreihe) geht der fünfte Strahl ab (wenn wir die Stammreihe als den ersten Strahl bezeichnen), welcher aus folgenden Segmenten besteht: Radiale, Carpale 1, Metacarpale und Phalangen des ersten Fingers; vom zweiten Segment der Stammreihe (Ulna) entspringt der vierte Strahl: Intermedium, Centrale 1 (radiale) Carpale 2, Metacarpale und die Phalangen des zweiten Fingers; vom dritten Segment der Stammreihe (Ulnare) zweigt sich der dritte Strahl ab, welcher durch das Centrale 2 (Ulnare), Carpale 3, Metacarpale und Phalangen des dritten Fingers repraesentiert wird; der zweite Strahl endlich, der vom vierten Segment der Stammreihe abgeht (Carpale 5), wird durch das Carpale 4, Metacarpale und die Phalangen des vierten Fingers repraesentiert. In Bezug auf die urodelen Amphibien nimmt Gegenbaur an, dass dieselben in der vorderen Extremität den ersten Finger verloren haben, d. h. dass hier eine Reduktion an der praeaxialen Seite der Extremität vor sich gegangen ist.

Wir sehen, dass bei der Auffassung Gegenbaurs zwei Centralia im Carpus und Tarsus der primitiven Tetrapoda postuliert werden: bereits von Hyrtl wurde entdeckt, dass bei Cryptobrachus zwei Centralia im Tarsus vorhanden sind. Später wurden von Wiedersheim ('76) zwei Centralia im Carpus und Tarsus von Ranodon sibiricus, Salmandrella Keyserlingii und Salamandrella (Isodactylium) Wosnessenskyi nachgewiesen. Diese Centralia sind der Längsaxe der Extremität nach hinter einander gelegen. Wiedersheim kommt zu dem Schlusse, dass die Reduktion der Finger bei den Urodelen nicht an der radialen, sondern an der ulnaren Seite der Extremität vor sich gegangen ist, d. h. dass die Formen, welche nur vier Finger resp. Zehen besitzen, nicht den ersten Finger (wie es Gegenbaur annimt), sondern den fünften verloren haben.

Die erste eingehende Bearbeitung erfuhr die embryologische Entwickelung der Extremitäten der urodelen Amphibien im Jahre 1879 durch die Arbeiten Goettes und Strassers. Als Material dienten beiden hauptsächlich die Extremitäten von Tritonembryonen. Der Charakter dieser beiden für die Frage über die Entwickelung der Extremitäten der Urodelen sehr wichtigen Arbeiten ist, ebenso wie die Untersuchungsmetoden der beiden Forscher, ein ziemlich verschiedener: Strasser untersuchte mit Hülfe sorgfältig gemachter Schnittserien hauptsächlich die histologische Entwickelung des Ske-

letts der Extremitäten und hatte in erster Linie histologische Zwecke im Auge: die morphologische Bedeutung seiner Resultate für die Extremitätentheorie hat für ihn eine nur sekundäre Bedeutung; für Götte stehen dagegen diese morphologischen Fragen im Vordergrunde; die rein histologischen Fragen finden bei ihm dagegen nur wenig Beachtung, was wahrscheinlich teilweise auch von seiner Untersuchungsmethode abhing: er untersuchte die in Entwickelung begriffenen und regenerierenden Extremitäten hauptsächlich in toto mit Hülfe einer eigenartigen Methode der Aufhellung und Färbung.

Goette fasst die Resultate seiner Untersuchung über die Entwickelung der freien Extremitäten bei Triton in folgenden Worten zusammen: „1. Vom Humerus laufen zwei einfache, in ihrer Anlage kontinuirliche Skelettäste bis in die zwei ersten Finger aus. Durch korrespondierende quere Sonderung zerfallen sie in Unterarm, Handwurzel und Finger (mit Einschluss der Mittelhand). Die Handwurzel besteht also zuerst aus zwei nebeneinander und der Axe des ganzen Armes parallel liegenden Aesten, zu welchen die zwei ersten Finger gehören.

2. Dazu kommt auf der ulnaren Seite noch ein dritter Carpalast, welcher distal den dritten Finger, lateral den vierten Finger trägt. Auf der zweiten Entwickelungsstufe besteht also die Handwurzel aus drei parallelen (teilweise schon gegliederten) Aesten mit vier Fingern.

3. Das distale Ende der beiden primären Carpaläste (radialer, medianer Carpalast) verschmilzt früh zu einem einfachen Carp. rm. III [1]) (Carpale dist. 2, Carpale commune), der Rest beider gliedert sich in je drei, der dritte (ulnare) Ast in drei Stücke; für die definitiv gegliederte Handwurzel ergiebt sich somit eine Zusammensetzung aus drei parallelen Reihen mit ursprünglich drei Stücken, von denen aber zwei von Anfang an (rm. III), zwei andere nachträglich verschmelzen (mu I) (Intermedium + Ulnare).

4. In Bezug auf den genetischen Zusammenhang dieser Carpalia unter einander und mit den übrigen Skelettteilen des Armes müssen wir erstens zwei der Anlage nach coordinierte Hauptgliederreihen aufstellen, welche vom Humerus ausgehend die drei Abschnitte des Unterarms, der Handwurzel und der Finger durchziehen; darauf

---

[1]) Goette.

folgt ein Seitenast des ulnaren Hauptastes, welcher nur in der Handwurzel und dem digitalen Abschnitte enthalten ist; endlich darf die nur durch den vierten Finger dargestellte Reihe als Zweig jenes dritten Carpalastes angesehen werden. Nach den Bezeichnungen [1]) geordnet stellen sich diese Reihen folgendermassen dar:

a. (Humerus) Radius, Carp. r I, II	rm III	Metacarp. I, Phalanges digiti I.
b. (Humerus) Ulna, Carpale m I, II	rm III	Metacarp. II, Phalanges digiti II.
c. (Ulna) Carp. u I—III		Metacarp. III, Phalanges digiti III.
d. (Carp. u II)		Metacarp. IV, Phanges digiti IV.

5. Die ursprünglich ziemlich symmetrisch angelegte Gliederung der drei Carpaläste wird durch das Vorrücken von u II (Carp. dist. 4) in die vorderste Linie des Carpus, sowie durch die beiden Verschmelzungen in rm III mu I verrückt".

Goette nimmt also an, dass die Skelettteile der Extremität der Urodelen bei ihrer ersten Anlage eine strahlenartige Anordnung zeigen, wobei die Strahlen der Längsrichtung nach angeordnet sind, und dass diese Strahlen bei der weiteren Entwickelung eine Quergliederung erfahren, was in seiner soeben angefürten Tabelle deutlich ausgedrückt ist. Da die Bezeichnungen Goettes von den gewöhnlich üblichen abweichen, so erlaube ich mir dieselben durch die in der vorliegenden Arbeit angenommenen zu ersetzen und in dieser Form die die Resultate der wichtigen Untersuchung Goettes zusammenfassende Tabelle noch einmal anzuführen:

a. (Humerus), Radius, Radiale, Carp. dist. 1	Carp. dist. commune	Metacarp. I, Phalanges digiti I.
b. (Humerus), Ulna, Intermedium, Centrale	Carp. dist. commune	Metacarp. II, Phalanges digiti II.
c. (Ulna), Ulnare, Carp. dist. 4 Carp. dist. 3		Metacarp. III, Phalanges digiti III.
d. Carp. dist. 4.		Metacarp. IV, Phalanges digiti IV.

Die hintere Extremität entwickelt sich nach Goette in derselben Weise wie die vordere mit dem Unterschiede, dass sich hier eine fünfte Zehe anlegt, „deren Homologon der Hand nicht an der radialen, sondern an der ulnaren Seite fehlt“.

Goette vergleicht diese Resultate seiner entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung weiter mit den von ihm durch vergleichend-anatomische Untersuchung an verschiedenen Urodelen gewonnenen Ergebnissen und kommt zu dem allgemeinen Resultat, dass die Ergebnisse aller seiner Beobachtungen im ganzen mit der Archipterygiumtheorie Gegenbaurs im Einklange stehen: er glaubt, dass es ihm „gelungen ist auch in der individuellen Entwickelungsgeschichte eine Bestätigung und im einzelnen sogar eine nähere Begründung einer der bedeutsamsten Theorien in der Morphologie der Wirbeltiere, der Archipterygiumtheorie Gegenbaurs zu finden“. Von dem Gegenbaurschen Schema des Archipterygiums weicht Goette allerdings insofern ab, als er die Stammreihe durch Humerus, Ulna, Intermedium, Centrale, Carpale distale 2 (commune) und zweiten Finger gehen lässt.

Die Resultate der Arbeit Strassers stimmen in mancher Hinsicht mit denjenigen Goette überein: ebenso wie Goette weist er auf die progressive Entwickelung der praeaxialen Seite der Extremitäten der Urodelen hin; auch die zeitliche Reihenfolge des Auftretens der Skelettelemente der Extremitäten ist nach den Angaben beider Autoren im allgemeinen dieselbe. Aber in Bezug auf die erste Anlage der Skelettteile der distalen Partie der Extremität besteht eine bedeutende Differenz in den Angaben Goettes und Strassers: letzterer bestreitet nämlich die Angabe Goettes, dass die Elemente des Zeugopodiums sich in Form zweier Strahlen, welche sich ununterbrochen und ohne Vereinigung miteinander in die Anlagen der beiden ersten Finger fortsetzen, anlegen; nach seinen an Schnittserien gemachten Beobachtungen enden die Anlagen von Ulna und Radius, resp. von Tibia und Fibula, in einer das Basipodium repraesentierenden Platte von dichtem Mesenchym, aus welcher die Anlagen der beiden ersten Finger auswachsen. Die einzelnen Skelettelemente des Carpus und Tarsus entstehen durch prochondrale Centrierungen dieser ursprünglich einheitlichen Mesenchymplatten; die Angaben Goettes, dass in den Extremitäten der Tritonen „ein Knorpelbaum erst als einfacher Stamm, der sich im weiteren ver-

ästelt, auswachse und sekundär in Längsabschnitte sich gliedere, sind auch dann nicht richtig, wenn sogar das axiale Gewebe, dessen Alveolenwände noch nicht homogen sind und gegen Farbstoffe noch nicht besonders reagiren, als Knorpel bezeichnet wird". Die einzelnen „Centrierungen" des Vorknorpelgewebes, durch welche in frühen Entwickelungsstadien die Carpalia und Tarsalia repraesentiert werden, sind während der Embryonalentwickelung miteinander durch Vorknorpelgewebe verbunden, so dass ein bisher ungeahnter knorpeliger Zusammenhang der Knorpelzentren während der Embryonalentwickelung besteht. Die beiden Vorknorpelsäulen des Antebrachiums, Radius und Ulna, gehen allmählig in zwei radiale Carpalsäulen, welche sich distal in die beiden ersten Zehen fortsetzen und mit ihnen eine Art X bilden, über. Wie die folgende Darstellung zeigt, bilden sich aus diesen „Carpalsäulen" das Radiale und das Carpale 1, das Intermedium und das Centrale carpi, und endlich das Carpale 2. Speziell in Bezug auf die Extremitätentheorie zieht Strasser keine theoretischen Schlussfolgerungen aus seinen Beobachtungen, betont aber, dass die von ihm gewonnenen Daten nicht direkt der Archipterygiumtheorie widersprechen, dass namentlich eine Uebereinstimmung zwischen der Entwickelung einer Flosse und einer von Gefässen durchbohrten axialen Gewebsplatte recht wohl möglich sei.

Eine eingehende vergleichend-anatomische Bearbeitung des Extremitätenskelettes der Urodela wurde von Baur ('88) gemacht, bei welcher er auch die Extremitäten der ausgestorbenen Amphibien in Betracht zog. Im Carpus von Archegosaurus sind nach Baur 10 bis 11 Elemente vorhanden, und zwar in der proximalen Reihe vier Elemente (Radiale, Centrale 1, Intermedium, Ulnare), in der distalen Reihe vier Carpalia distalia und zwischen diesen beiden Reihen noch zwei Centralia (Centralia 2 und 3); es ist bemerkenswert, dass das Centrale 1 mit seiner ganzen proximalen Seite mit dem Radius in Berührung steht. Im Tarsus von Archegosaurus findet Baur auch eine grosse Anzahl von Tarsalien (11 oder 12) (t, C_1, i, f, C_2, C_3, (C_4), t_1—t_5. Auch im Carpus von Eryops sind 10 oder 11 Elemente vorhanden: r, C_1, i, u, C_2, C_3, C_4?, c_1—c_4.

Von den lebenden Urodela hält Baur die Cryptobranchidae für die primitivsten, von denen die übrigen ihren Ausgang genommen haben, da ihr Carpus und Tarsus in vielen Beziehungen an die betreffenden Teile der Ganocephala erinnert: so berührt bei ihnen

das Centrale 1 den Radius. Aus den Cryptobranchidae haben sich die Sirenidae und die Amphiumidae durch Verkümmerung der Extremitäten entwickelt. Von den Cryptobranchidae haben sich die Amblystomatidae, von diesen letzteren die Plethodontidae und die Desmognathidae abgezweigt. Sehr interessant ist die Zusammenstellung der Ergebnisse Baurs über die Zahl der Finger und Zehen und die Zahl der Phalangen in den Extremitäten der lebenden und ausgestorbenen Amphibien.

Er meint, bei keinem lebenden Batrachier (Amphibium) fänden wir mehr als fünf Finger in der Hand, doch könne die Zahl der Finger bis auf zwei (Amphiuma) reduziert werden. Aber „unter den Batrachiern der Permformation ist die Fünfzahl in der Hand häufig". Rudimente eines sechsten Fingers finden wir unter den Cryptobranchidae und Amblystomatidae und wahrscheinlich bei verschiedenen Batrachiern des Perm und Carbon. In Bezug auf die Zahl der Phalangen kommt Baur zu dem Schlusse, das sowohl die lebenden, als die ausgestorbenen Vertreter der Amphibien im allgemeinen eine verhältnissmässig kleine Anzahl von Phalangen besitzen, welche die Vierzahl nicht übersteigt, gewöhnlich aber kleiner ist. Unter den lebenden Batrachiern haben nur die Amblystomatidae vier Phalangen und auch das nur an der fünften Zehe; am ersten und zweiten Finger resp. Zehe findet sich bei keinem Batrachier mehr als zwei Phalangen und am ersten Finger- resp. Zehenstrahl oft nur eine einzige Phalanx. Der dritte und fünfte Finger- resp. Zehensrahl besitzt nicht mehr als drei Phalangen.

Bei seinen theoretischen Schlussfolgerungen nimmt Baur die Resultate der embryologischen Untersuchungen Goettes und Strassers zu Hülfe und legt einen besonderen Wert auf die Tatsache, dass die Finger sich in *successiver Reihenfolge nacheinander anlegen* und dass die Finger der praeaxialen Seite der Extremität eine *progressive Entwickelung aufweisen.* In musterhafter Weise stellt er die verschiedenen Möglichkeiten der phylogenetischen Entwickelung des Cheiropterygiums zusammen und kommt zu dem Schlusse, dass 1. das Cheiropterygium sich aus einer Flosse entwickeln und dass 2. „die Resultate, die uns die Palaeontologie und Embryologie liefern, ... der Anschauung von einem Ursprung des Cheiropterygiums aus einer vielstrahligen, vielgegliederten Form nicht günstig seien. Beide machen es wahrscheinlich, dass das Cheiropterygium sich aus einer

wenigstrahligen, wenig gegliederten Form entwickelt hat". Im Folgenden neigt sich Baur der Ansicht Brühls (Zootomie aller Tierklassen. 1874—1886) zu, nach welcher die pentadactyle Extremität aus einer zweistrahligen Form durch allmählige Zweispaltung entstanden ist.

Eine weitere embryologische Untersuchung über die Entwickelung der Extremität der Tritonen finden wir in der Arbeit W. Zwicks ('98): dieser Forscher kommt zu sowohl faktisch, als theoretisch etwas anderen Resultaten als seine beiden Vorgänger, deren Ergebnisse wir soeben geschildert haben: Zwick läugnet die Tatsache, dass die Elemente des Carpus sich als zusammenhängende Prochondralsäulen, welche sich später der Quere nach in einzelne Carpalia gliedern, anlegen; er sagt ausdrücklich, „dass die einzelnen Teile des Extremitätenskeletts sich sämmtlich aus einem ursprünglich gemeinsamen Grundgewebe schon sehr früh als Sonderanlagen entwickeln". Im Gegensatz zu Goette und Strasser, welche bei ihren theoretischen Betrachtungen beide auf der Gegenbaurschen Archipterygiumtheorie fussen und von der Annahme ausgingen, dass die Extremitäten der rezenten Urodelen von einer pentadactylen Form abstammen, ist er abweichender Ansicht. Bei seinen Betrachtungen über diesen Gegenstand stützt sich Zwick auf die Tatsache, dass, da „der Zustand der Zweifingrichkeit in der Larvenperiode ein ziemlich langer und sich stets wiederholender ist, so dürfte man auf Grund des biogenetischen Grundgesetzes berechtigt sein zu sagen, dass dieser Zustand in der Stammesgeschichte einmal eine längere Dauer hatte". Er kommt also zu dem Schlusse „dass die Vorgänger unserer Urodelen weniger als vier Finger besassen".

Bald nach der Arbeit Zwicks erschien die sehr interessante kleine Abhandlung von Schitkow ('99) über die Entwickelung des Extremitätenskelettes von Isodactylium Schrenkii, welche für die Frage von der primitiven morphologischen Beschaffenheit der Urodelenextremitäten durch das Vorhandensein zweier Centralia im Carpus und Tarsus eine besondere Bedeutung hatte. Im Gegensatz zu den Resultaten, zu denen Zwick bei seiner Untersuchung gekommen ist, findet Schitkov, dass die strahlenartige Anordnung der Elemente im Zeugo- und Autopodium sehr deutlich ausgeprägt ist: in frühen Entwickelungsstadien liegt das Intermedium zwischen Tibia und Fibula resp. zwischen Ulna und Radius, und auf dieser Tatsache

basierend rechnet Schitkov dieses Element nicht zu den Elementen des Autopodiums, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern hält es für einen Bestandteil des Zeugopodiums von gleicher morphologischer Bedeutung wie Radius und Ulna. Innerhalb der Platte, welche in frühen Entwickelungsstadien den ganzen Carpus repraesentiert, differenzieren sich drei Vorknorpelsäulen, welche die Fortsetzung des nach vorne wachsenden Radius, Ulna und Intermediums bilden und zugleich in späteren Entwickelungsstadien ein Ganzes bilden, mit immer deutlicher innerhalb des Gewebes hervortretendem Skelett der drei Finger. Diese prochondralen Säulen zerfallen bei der Verwandlung des Vorknorpels in wahres Knorpelgewebe in einzelne Knorpel, wobei die Grenzpartien der prochondralen Strahlen zwischen den zukünftigen Carpal- und Tarsalelementen sich nicht in Knorpel verwandeln, sondern einen faserigen Charakter anzunehmen anfangen. Sich auf diese entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen stützend sieht Schitkov die Reihe *Humerus—Intermedium—beide Centralia—Carpale 2—Metacarpale II und Phalangen des zweiten Fingers* als den Hauptstrahl der Extremität, den Radius und die Ulna mit den entsprechenden Carpalia und Finger als Seitenstrahlen an: das ganze Extremitätenskelett erscheint also nach seiner Anschauung als ein biseriales Archipterygium mit einer verhältnissmässig kleinen Anzahl von Strahlen. Ebenso wie Zwick hält er die Abstammung der Urodelenextremität von einer Form, welche eine geringere Anzahl von Fingern besass als die jetzigen Urodelen, für wahrscheinlich. Auch spricht er den Gedanken aus, dass die grosse Anzahl der Elemente des Basipodiums ein Merkmal höherer Organisation sei, d. h. dass die Vorfahren der Urodela wahrscheinlich eine kleinere Zahl von carpalen und tarsalen Elementen besassen als die rezenten Formen. Bemerkenswert erscheint die Beobachtung, dass bei Isodactylium die Skelettelemente der freien Extremität sich ziemlich regelmässig nacheinander in proximodistaler Richtung anlegen.

Leider hat Schitkow seine sehr interessanten Beobachtungen keiner vergleichend-morphologischen Bearbeitung unterworfen und keine allgemeinen Schlussfolgerungen aus denselben gezogen: soweit man aus seinen kurzen Bemerkungen über diesen Gegestand schliessen kann, hält er eine flossenförmige Extremität, deren Skelett nach dem Typus eines wenigstrahligen, biserialen Archipterygium gebaut war,

für die Ahnenform, aus welcher die pentadactyle Extremität der Quadrupeda entstanden ist.

Wir sehen, dass verschiedenen Forscher, welche die Entwickelung dieser Extremitäten untersuchten, der Gedanke kam, dass die Vorfahren der urodelen Amphibien eine geringe Anzahl von Strahlen in der freien Extremität besassen, auf diesen Gedanken wurden auch einige von denjenigen gebracht, welche die Amphibienextremitäten auf vergleichend-anatomischem Wege untersuchen, so z. B. Brühl, welcher diesen Gedanken beiläufig in seiner „Zootomie aller Tierklassen" (74—86) aussprach, und G. Baur (88), welcher auf Grund einer eingehenden vergleichend-anatomischen Bearbeitung der Urodelenextremitäten zu derselben Ueberzeugung gekommen ist. Diese Auffassung wurde von C. Rabl (01) einer auf embryologischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen basierenden und bis ins Detail durchgeführten Hypothese der Phylogenie der pentadactylen Extremitäten zu Grunde gelegt.

Bei seinen Schlussfolgerungen geht Rabl von theoretischen Erörterungen über die Phylogenie der Fischflossen aus, wobei er ganz auf dem Boden der Seitenfaltentheorie steht: er nimmt an, dass die Vorfahren der jetzigen Fische an den Seitenwänden des Körpers ununterbrochene Seitenfalten, Flossensäume, welche hauptsächlich als Organe zur Erhaltung des Gleichgewichts dienten, besassen. An den Enden dieser seitlichen Flossensäume d. h. caudal von den letzten Kiemenspalten und oral von der Analöffnung entwickelte sich aus den Muskelsprossen der Rumpfmyotome die segmentale Muskulatur dieser Flossensäume, was den Anstoss zur Bildung von nur zwei Paaren von Extremitäten bei den Fischen und bei allen höher stehenden Quadrupeda gab. Von dieser Urform ging die phylogenetische Entwickelung infolge der verschiedenartigen Ausbildung des Extremitätenskeletts in zwei verschiedenen Richtungen vor sich: bei der einen Reihe der Vorfahren der gnathostomen Wirbeltiere, welche hauptsächlich Bewohner der offenen See waren, bildeten sich zwischen den Muskelsegmenten der Flossensäume zahlreiche Knorpelstrahlen aus, wobei der Flossensaum in der mittleren Partie des Körpers atrophierte und verschwand, so dass sich paarige Flossen mit einer grossen Anzahl von Radien bildeten: dies waren die Vorfahren der Selachier, Ganoiden etc. überhaupt der Fische mit einer ansehnlichen Zahl von Radien in den plattenförmigen Flossen.

Einen anderen Weg der phylogenetischen Entwickelung schlugen die an das seichte Küstenwasser angepassten Formen ein: bei ihnen bildete sich, nach der Auffassung Rabls, nur ein einziger Knorpelstrahl am Ende eines jeden Flossensaumes, so dass bei der Atrophie der Zwischenstrecke des Flossensaumes, eine einstrahlige Extremität, welche zum Kriechen auf dem seichten Grunde diente, entstand. Eine solche Extremität hat sich nach Rabl bis zur Jetztzeit in der Extremität von Protopterus erhalten.

Von dieser Urform leitet Rabl die Extremität von Ceratodus (durch Sprossung der Seitenradien an dem primären Stammstrahl) ab. Als Zwischenform zwischen Protopterus annectens und Ceratodus sieht Rabl den Propopterus amphibius an. Von einer solchen protopterusähnlichen, mit kurzen einstrahligen, pfriemenförmigen Anhängseln versehenen Form leitet Rabl auch die Amphibien ab. Bei seinen Betrachtungen über die Entwickelung der pentadactylen Extremität geht er zuerst von Beobachtungen über die Entwickelung der vorderen Extremität bei Triton und Necturus aus. Die frühen Entwickelungsstadien schildert Rabl ganz ebenso wie Strasser: im Carpus legt sich, seinen Beobachtungen zufolge, zuerst das Basale primarium (Carpale 2, Carpale commune) an, dann bilden sich das Radiale primarium (Radiale + Carpale 1, Gegenbaur) und das Intermedium primarium (Centrale + Intermedium, Gegenbaur); bei der folgenden Entwickelung bleibt das primäre Basale immer ungeteilt, das primäre Radiale zerfällt dagegen später in das sekundäre Radiale (Radiale Autorum) und das Carpale 1, das primäre Intermedium in das sekundäre Intermedium und das Centrale; aus dem sich zur Ulna hin dem primären Intermedium anschliessenden chondrogenen Gewebe entwickeln sich endlich das Ulnare und das dritte und vierte Carpale. Rabl betrachtet nun „*dieses chondrogene Gewebe an der ulnaren Seite des Carpus als ein embryonales, mächtig entwickeltes Perichondrium des primären Intermediums*, von welchem die Bildung neuer Knorpelstücke ausgeht“ [1]).

Das primäre Intermedium mit dem sich ihm anschliessenden chondrogenen Gewebe fasst Rabl als ein Intermedioulnare auf und kommt zu folgender „einfachen“ Deutung des Carpus einer Urode-

[1]) Sperrdruck Rabls.

lenlarve, bei welcher zwei Finger gut entwickelt, der dritte in Bildung begriffen ist: „*der Carpus besteht aus drei primären Elementen*[1]) dem primären Basale, Radiale und Intermedio-ulnare". Rabl kommt zu dem Schlusse, dass alle entwickelungsgeschichtlichen Tatsachen gegen die Archipterygiumtheorie sprechen, keine für dieselbe. Auch glaubt er, die Ansicht, dass die Finger und Zehen den Radien einer Selachier- oder Stöhrflosse homolog seien, finde in der Entwickelungsgeschichte ihre Widerlegung. Die Finger und Zehen entwickeln sich ganz anders als die Radien einer Flosse: Diese sind metamere Gebilde, jene entstehen ganz unabhängig von der Metamerie des Körpers. Die Gliederung des Carpus und Tarsus erfolgt in einer Weise, die auch nicht im entferntesten an die Gliederung einer Flosse erinnert. Zwischen einer Fischflosse und einem Cheiropterygium besteht eine unüberbrückbare Kluft, die sich durch keine der bisherigen Theorien wegschaffen lässt.

Seinen entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen schliesst Rabl, wie gesagt, eine vergleichend-anatomische Bearbeitung des Skeletts der Urodelenextremitäten an, in welcher er eine Bestätigung seiner soeben dargelegten Schlussfolgerungen findet. Für die primitivste unter allen Urodelenextremitäten hält er die hintere Extremität von Proteus, in welcher zwei Zehen vorhanden sind und der Tarsus nur aus drei Elementen, dem primären Basale, dem primären Radiale und dem primären Radio-ulnare besteht. Von dieser Extremitätenform ausgehend stellt er die drei-, vier- und fünffingerigen Extremitäten der Urodela zu eine vergleichend-anatomische Reihe zusammen, wobei er annimmt, dass die fortschreitende Komplikation des Carpus resp. Tarsus durch eine sekundäre Teilung des primären Radiale, welches höchstens durch Querteilung in zwei Stücke zerfällt, und des primären Intermedio-ulnare, welches eine weitgehende Gliederung erfährt, zustande kommt. Die primitivsten sind also die zweizehigen Extremitäten von Proteus (hintere Extremität) und die dreizehigen resp. drei-fingerigen Extremitäten von Amphiuma, diesen folgen die mit vier Fingern versehenen Extremitäten (vordere Extremitäten der meisten Urodela) und endlich als Endglieder dieser Evolutionsreihe stehen die pentadactylen Formen mit einer grossen Anzahl von Elementen im Basipodium (hintere Extremitäten von

---

[1]) Sperrdruck Rabls.

Cryptobranchus, Menopoma, Salamandra, Triton etc.) Das primäre Basale behält dabei immer seine primitive Lage an der Basis der zwei ersten Finger resp. Zehen bei.

Nach dieser Theorie war also die Urform der Extremitäten der pentadactylen Wirbeltiere eine einstrahlige; dann bildete sich aus dieser Urform durch Spaltung des distalen Abschnittes eine zweistrahlige auf die Weise, dass aus dem Ende des Humerus zwei Aeste auswuchsen, welche den zwei ersten Fingern (1 und 2) entsprachen: so bildete sich eine zweifingerige Greifextremität aus. Bei dieser Form der Extremität der Vorfahren der Landwirbeltiere bildete sich an der Basis der freien Finger ein unpaares Basale primarium, das erste Element des Basipodialskelettes. Dann gliederten sich noch in dem zweifingerigen Stadium der Extremität von den distalen Enden des Zeugopodiums das primäre Radiale und das primäre Intermedio-ulnare ab und so entstanden die drei primären Elemente des Carpus. Der dritte und der vierte Finger bilden sich nach Rabl in einem gewissen Gegensatze zu diesen beiden ersten Fingern, d. h. nicht durch Spaltung des ulnaren Strahles, sondern durch Knospung von Strahlen an seiner ulnaren Seite.

Ich habe im Vorhergehenden den Gedankengang der Rablschen Theorie nach Möglichkeit objectiv wiederzugeben versucht. Dabei habe ich absichtlich von der, um sich milde auszudrücken, sehr scharfen Polemik gegen die Ansichten Gegenbaurs und seiner Schule, welche die ganze Arbeit wie ein roter Faden durchzieht, ganz abgesehen. Wir sehen, dass der Gedanke, den Rabl seiner Theorie zu Grunde legt, nicht neu ist: er wurde schon mehrere Male vor ihm ausgesprochen; auch seine tatsächlichen Befunde geben im allgemeinen wenig neues im Vergleich zu den Beobachtungen seiner Vorgänger; auf diese Beobachtungen werde ich noch bei der Besprechung meiner eigenen Beobachtungen über die Entwickelung des Skeletts der Urodelenextremitäten zurückkommen. Jedenfalls gebührt Rabl das Verdienst, dass er die Idee der Abstammung der pentadactylen Extremität von einer einstrahligen resp. zweistrahligen Extremitätenform systematisch bis in die einzelnen Details durchgeführt hat. Der Hypothese Rabls und besonders Gegenbaur und seiner Schule ist Fürbringer in einer scharfen polemischen Schrift, „Morphologische Streitfragen“ ('02)

entgegengetreten. Was die Schlüsse, welche Rabl aus der Entwickelung und der Anatomie speziell der Amphibien zieht, anbetrifft, so betont Fürbringer ausdrücklich, dass Rabl bei seinen Erwägungen die Heterochronie in der Entwickelung nicht genügend in Betracht gezogen hat; aus der progressiven Entwickelung der zwei ersten Finger kann man nicht unbedingt auf die phylogenetische Bedeutung dieser Finger schliessen. Auch daraus, dass es unter den Amphibien zwei-, drei- und vierfingerige Formen giebt, bei welchen während der Embryonalentwickelung keine Spuren einer grösseren Anzahl von Fingern zu finden sind, kann nicht ohne weiteres als Beweis dessen gelten, dass bei ihren Vorfahren keine solche Fingerstrahlen vorhanden waren: wissen wir doch, dass z. B. bei Pferdeembryonen keine Spuren des ersten und fünften Fingers aufzufinden sind, aber die Paläontologie zeigt uns ganz unzweideutig, dass bei den Vorfahren der rezenten Pferde solche Finger bestanden. Auch die paläontologischen Befunde (Lepospondyli) sprechen eher zu Gunsten der Annahme, dass die Extremitäten der Urodela von einer pentadactylen Form abstammen. Auch die anatomischen Daten weisen nach der Meinung Fürbringers darauf hin, dass solche Formen (Amphiuma etc.) eher reduzierte, als jugendliche anzestrale Formen sind. Darum glaubt Fürbringer, dass zu der von Rabl vertretenen Auffassung der Phylogenie der pentadactylen Extremitäten eine entscheidende Beweisführung zur Zeit noch fehlt und dass „im günstigsten Falle... Rabls Arbeit ein Versuch resp. der Anfang zu einem solchen“ ist. Was den tatsächlichen Inhalt der Rablschen Untersuchung anbetrifft, so verdient er nach Fürbringers Meinung die vollste Anerkennung. Auf die kritische Besprechung der anderen Hypothesen Rabls über die Frage von der Entstehung der Wirbeltierextremitäten von Seiten Fürbringers gehe ich an dieser Stelle nicht näher ein.

Sehr interessante Untersuchungen über die Entwickelung der zweizehigen Extremitäten von Amphima means und der dreizehigen von Amphiuma tridactylum, welche ihrer Bedeutung wegen, die nach Rabls Ansicht den Extremitäten mit einer kleinen Anzahl von Strahlen zukommt, ein besonderes Interesse verdienen, sind von van Pee gemacht worden. In seiner Mitteilung von 1903 giebt der Verfasser an, dass die zweizehige Form von Amphiuma (A. means) von der dreizehigen durch Rückbildung entstanden sei. In der Dis-

kussion, welche nach der Mitteilung van Pee's auf der Versammlung der anatomischen Gesellschaft zu Heidelberg erfolgte, äusserte Rabl, dass die Beobachtungen van Pee's seine Ansicht, dass nämlich die pentadactylen Extremitäten der Urodelen aus einer oligodactylen Form entstanden seien, nicht im mindesten gefährden, da aus den Beobachtungen van Pee's nicht der Schatten eines Beweises für die Ansicht abgeleitet werden könne, dass die dreizehige Form sich aus einer vierzehigen und diese etwa wiederum aus einer fünfzehigen entwickelt habe. Fürbringer betonte, dass die Beobachtungen über die Entwickelung der Extremitäten von Amphiuma nicht für die Frage von der Entwickelung der dreizehigen Extremität aus einer Extremitätenform mit einer grösseren Anzahl von Strahlen, sondern für die Ableitung der dreizehigen Extremität von einer zweizehigen Form, welche nach Rabl ('01) den Ausgangspunkt für die Entwickelung der mehrzehigen Extremitäten bildet, spreche: gegen diese Ableitung sprechen eben die Beobachtungen van Pee's. Aus der etwas später erschienenen Mitteilung van Pee's ('04) über die Entwickelung der Extremitäten von Amphiuma, müssen wir auch zwei Ergebnisse, welche für die Beurteilung dieser Frage von Belang erscheinen, hervorheben: dass 1. das Basale primarium nicht die allgemeine ontogenetische Bedeutung, welche ihm Rabl beimisst, besitzt, sondern sekundär auftritt, und 2. dass, obgleich kein strikter Beweis vorliegt, dass die Extremitäten von Amphiuma tridactylum von einer vierzehigen Form abstammen, uns nichts zu dem Schlusse berechtige, dass diese Extremitäten einen primitiven Charakter besitzen.

Die meisten Autoren, deren Arbeiten wir soeben wiedergegeben haben, nehmen an, dass im Carpus und Tarsus der Urodela sich eine von entfernten fischähnlichen Vorfahren ererbte strahlenartige Anordnung nachweisen liesse; einen anderen Ideengang verfolgen diejenigen Forscher, welche die crossopterygiale Extremität (Polypterus, vordere Extremität) als Uebergangsform zwischen dem Ichtyopterygium und dem Cheiropterygium ansehen (Emery 1887, 1890, 1894, 1898, Pollard 1891, Klatsch 1896, Mollier 1896).

Emery (1894) nimmt an, dass das Stylopodium der pentadactylen Extremität sich aus dem mit der freien Extremität artikulierenden Abschnitt des Schultergürtels herausdifferenziert, dass aber das Zeugopodium und Autopodium in den Elementen der freien Extremität von

Polypterus ihre Homologa finden. Er homologisiert nämlich das Propterygium und den Strahl, welcher seine Fortsetzung bildet, mit dem Radius (Propterygium)—Radiale (Protobasale)—Elemente des Praepollex (Proshypactinale), das Metapterygium und den seine Fortsetzung-bildenden Strahl mit der Ulna-Pisiforme proximale-Pis. distale (Metaperygium-Metabasale-Methypactinale) das Mesopterygium entspricht seiner Auffassung nach mehreren Elementen zusammen, nämlich dem Intermedium + Centralia + Ulnare. Die Carpalia distalia und die entsprechenden Metacarpalia I....V (Meshypactinalia und Actinalia) sind den mit dem Mesopterygium artikulierenden Strahlen homolog. Wir sehen, dass Emery die Elemente des Carpus und Tarsus, oder richtiger einige von diesen Elementen, als sekundäre Bildungen ansieht: seiner Auffassung nach entstehen dieselben (Intermedium, Centralia, Ulnare) durch sekundäre Teilung des ursprünglich einheitlichen Mesopterygiums; vielleicht bilden sich auch die Carpalia distalia aus dem Mesopterygium. Aehnliche Auffassungen werden auch von Mollier und Klaatsch vertreten.

Klaatsch denkt sich das Stylopodium aus der Verwachsung der proximalen Abschnitte des Pro- und Metapterygiums entstanden: dieser Abschnitt löste sich von den übrigen Elementen der freien Polypterusflosse los und bildete das Stylopodium. Er stellt folgende Homologien zwischen den Elementen der vorderen Extremität der Crossopterygii und der Tetrapoda auf.

Crossopterygium.	Cheiropterigium.
Processus styloides.	Stylopodium (Humerus).
Propterygium (ohne Proc. styl.).	Propodium (Ulna).
Metapterygium (ohne Proc. styl.).	Metapodium (Radius).
Mesopterygium.	Mesopodium (Carpus).
Actinalia.	Actinalia (Metacarpus).
Epactinalia.	Phalangen.
Epimarginale propterygiale.	Pisiforme (Postminimum).
Epimarginale metapterygiale.	Radiale externum (Praepollex).

Auf die Differenzen in den Ansichten von Emery und Klaatsch gehe ich an dieser Stelle nicht ein. Klatsch meint, alle Elemente des Carpus und Tarsus der Urodela seien durch Teilung eines

ursprünglich einheitlichen Skelettstückes — des Mesopterygium der Crossopterygii—entstanden und sieht einen Beweis dieser Auffassung in der Beobachtung Strassers, dass die Elemente des Carpus und Tarsus der Urodela in frühen Entwickelungsstadien vorknorpelig miteinander verbunden sind.

Eine Strahlenanordnung der Elemente des Basipodiums ist nach den Ansichten der soeben genannten Autoren also nur teilweise nachweisbar: nach Emery sind nur das Radiale und die Elemente des Praepollex einerseits, die Pisiformia andererseits Teile wirklicher von fischähnlichen Vorfahren ererbter Strahlen. Nach Klaatsch sind als solche nur der Praepollex und der Postminimus anzusehen. Eine strahlenartige Anordnung der übrigen Elemente des Basipodiums, falls eine solche wirklich nachweisbar, ist nur eine Anpassungserscheinung und besitzt keine weitere phylogenetische Bedeutung.

Aus dieser Uebersicht der Litteratur über die Extremitäten der urodelen Amphibien können wir ersehen, dass die verschiedenen Forscher nichts weniger als einig über die tatsächlichen embryologischen und vergleichend-anatomischen Befunde sind und dass aus diesen Befunden sehr verschiedene theoretische Schlussfolgerungen gezogen werden können. Wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die Ursachen dieser Verschiedenheiten in den Schlussfolgerungen der Forscher richten, so sehen wir, dass dieselben sehr komplizierter Natur sind: erstens hängen sie von der Untersuchungsmethode ab: diejenigen Forscher, welche an die Lösung des Extremitätenproblems mit der embryologischen Metode herantraten, kamen gewöhnlich zu anderen theoretischen Resultaten als die, welche sich der vergleichend-anatomischen bedienten. Zweitens hängen diese Resultate auch in bedeutendem Masse von den Objekten, welche der Untersuchung zu Grunde gelegt wurden und von den theoretischen Ansichten, welche den Forscher zur Wahl des einen oder anderen Untersuchungsobjektes führten, ab; für die theoretischen Resultate der Untersuchung scheint es keineswegs gleichgültig zu sein, ob der Forscher z. B. von der embryologischen oder vergleichend-anatomischen Untersuchung der urodelen Amphibien, oder von dieser oder jenen Gruppe der Fische ausgeht, und ebenso, welche Gruppe der Fische er ihrer allgemeinen Organisation nach sich als die den Amphibien am nächsten stehende denkt.

Wenn wir die verschiedenen Theorien über die phylogenetische

Entwickelung der Extremitäten der terrestrischen Wirbeltiere nach den allgemeinen Gesichtspunkten, welche ihnen zu Grunde gelegt wurden, zu ordnen versuchen, so müssen wir, wie mir scheint, folgende drei Hauptgruppen aufstellen: 1. Die Theorien, welche im Skelett der pentadactylen Extremitäten eine von fischähnlichen Vorfahren ererbte strahlenartige Anordnung annehmen. 2. Theorien, welche keine ererbte Strahlenanordnung im Skelett der pentadactylen Extremität anerkennen, sondern diese durch Neubildung (Sprossung aus einer einstrahligen (resp. zweistrahligen) Form) entstanden denken. 3. Theorien, welche annehmen, dass eine ererbte strahlenartige Anordnung zwar nachweisbar ist, dieselbe in der pentadactylen Extremität jedoch nur zum Teil und nur in der distalen Partie des Extremitäteskelettes (Actinalia) besteht; es wird dabei angenommen, dass die Mannigfaltigkeit der Elemente des Autopodiums eine den Pentadactyliern eigene Neubildung darstellt, welche durch einen sekundären Zerfall eines primär einheitlichen Skelettstückes (Mesopterygium) entstanden ist.

An der Spitze der ersten Gruppe der Theorien (vielleicht wäre es richtiger dieselben Hypotesen zu nennen) steht die oben dargelegte Archipterygium-Theorie Gegenbaurs; bei seinen Betrachtungen geht Gegenbaur von den Sätzen aus, dass 1. in den Extremitäten der urodelen Amphibien d. h. in den primitivsten pentadactylen Extremitäten, eine strahlenartige Anordnung der Elemente, welche derjenigen des Pterygiums der Selachierflosse ähnlich ist, besteht, und dass wir 2. in der Urodelenextremität eine bestimmte Längsreihe von Skelettelementen als Hauptstrahl bezeichnen können. Der Umstand, dass Gegenbaur selbst, ebenso wie die Forscher, die seine Grundanschauungen teilen, diesen Hauptstrahl (Stammreihe), durch verschiedene Finger der pentadactylen Extremität zu führen versuchten, zeigt, dass die Frage von der Lage des Hauptstrahles des Archipterygiums in der pentadactylen Extremität grosse Schwierigkeiten bietet und dass es die am meisten anfechtbare Stelle der ganzen Theorie ist. Gegenbaur führt diesen Strahl, wie wir gesehen haben, zuerst durch den ersten Finger, dann durch den fünften, Goette durch Ulnare und zweiten Finger, Schitkow durch Intermedium, Centralia, c_2 und den zweiten Finger, Semon durch den dritten Finger. Wir müssen uns nun der Frage zuwenden, welche Gründe die Ansichten dieser Autoren bestimmten.

Gegenbaur, der den Stammstrahl durch Ulna und fünften Finger führt, geht von der Anschauung aus, dass die einzelnen Elemente im uniserialen Archipterygium und im Cheiropterygium eine ähnliche Lage besitzen. Braus, der den Stammstrahl, ebenso wie Gegenbaur, durch den fünften Finger führt, aber das Cheiropterygium von dem biserialen Archipterygium des Ceratodus ableitet, nimmt an, dass bei den Vorfahren der Tetrapoda eine Drehung des biserialen Pterygiums infolge des Funktionswechsels (aus einem der Schwimmbewegung angepassten Organ wurde dasselbe zu einem Stützorgan) stattfand und die postaxialen Strahlen sich reduzierten, die praeaxialen dagegen sich progressiv entwickelten, so dass zur Bildung der pentadactylen Extremität der Stamm und eine Anzahl von praeaxialen Radien des Ceratodusarchipterygiums verwendet wurden. Der Hauptgrund, weshalb Braus die Ceratodusflosse als Ausgangsform für die pentadactyle Extremität annimmt, ist von ihm (1905) derart formuliert worden, dass bei Ceratodus, ebenso wie bei den Tetrapoda, sich ein Stylopodium anlegt, nämlich das erste Axenglied der Flosse, welches „wie im Chiridium das einzige im ersten Abschnitt der Extremität separat sich anlegende Element“ ist. „Nachbarn sind ihm nicht zur Seite. Auch das Metapterygium der Selachier kommt hier in Betracht. Doch erhält dieses bald im Meso- und Propterygium Nachbarn, die allerdings sekundär ontogenetisch entstehen und ausserdem eine so reiche Gliederung durch zahlreiche sich terminal bildende Sprossen zeigen, Vorgänge welche beim Chiridium so völlig fehlen, dass nur eine allgemeine Aehnlichkeit in der frühesten Anlage konstatiert werden kann, welche aber unverkennbar ist“.

Aehnliche Gründe und das Bestehen einer synartrotischen Gelenkverbindung zwischen ersten und zweiten Flossensegment bei Ceratodus, welche mit dem Ellenbogen- resp. Kniegelenk der Tetrapoda verglichen werden kann, führen Semon ('98) zur Ableitung des Cheiropterygiums vom biserialen Archipterygium. Den Axenstrahl führt er jedoch anders als Braus, nämlich durch den dritten Finger: eine nähere Begründung dieser Ansicht ist bei ihm nicht angegeben. Semon und Braus gehen bei ihren Betrachtungen und Schlussfolgerungen vom Studium der Entwickelung und Anatomie der Fischflosse, im speziellen der Ceratodusflosse aus, und haben, so viel ich weiss, keine speziellen Untersuchungen über den Bau und die Ent-

wickelung der Tetrapoda angestellt. Wie wir sogleich sehen werden, haben die Besonderheiten in der Entwickelung dieser letzteren einen grossen Einfluss auf den Ideengang der Forscher ausgeübt, welche sich mit denselben beschäftigten. Wir haben gesehen, dass Goette sich im allgemeinen für die Archipterygiumtheorie Gegenbaurs aussprach, den Stammstrahl jedoch anders führte als Gegenbaur, nämlich nicht durch die postaxiale, sondern durch die praeaxiale Seite der Extremität.

Die Tatsache, dass die Skelettelemente der Extremitäten der Tritonen sich embryonal in Form von Knorpelstrahlen, welche eine nachträgliche Quergliederung erfahren, anlegen, führte ihn zu der Annahme, dass die Extremität der Urodela, und somit aller Pentadactylier, von einer nach dem archipterygialen Typus gebauter Flossenform abgeleitet werden müsse; den Stammstrahl des Archipterygiums führt er ebenso wie Gegenbaur durch das Metapterygium der Selachierflosse, aber auf Grund ontogenetischer Beobachtungen hält er es nicht für möglich, den Stammstrahl durch die postaxiale Seite der Urodelenextremität zu führen. Die progressive Entwickelung der beiden radialen Finger in der Urodelenextremität, und die sich konstant an der postaxialen Seite abspielenden Reduktionerscheinungen, bringen ihn auf den Gedanken, dass das Metapterygium der Selachier einem dieser Strahlen entsprechen müsse: er versucht diese Auffassung durch Erwägungen über die Veränderungen der Lage, welche die Extremität der selachierähnlichen Vorfahren der Urodela bei ihrer Evolution zu einem Stützorgan erfahren musste, zu erklären, und führt den Stammstrahl, wie bereits gesagt, durch Humerus, Ulna, Intermedium, Centrale, Carpale 2 und zweiten Finger. Bei der Aufstellung dieser Stammreihe wurden die Schlussfolgerungen Goettes stark durch die Tatsache der progressiven Entwickelung der beiden ersten Fingerstralen beeinflusst.

Andere embryologische Beobachtungen waren für Schitkoff, welcher gleichfalls Anhänger der „Strahlentheorie“ der Extremitäten ist, von Belang, so die Lage des Intermediums zwischen den Enden beider Elemente des Zeugopodiums und sein Vorrücken in die Basipodiumregion während der embryonalen Entwickelung und 2. die Lagebeziehungen des Humerus, Intermediums, beider Centralia, Carpale 2 und der Elemente des zweiten Fingers in verhätnissmässig frühen Entwickelungsstadien. Bei seinen theoretischen Betrachtungen

geht er von den embryologischen Beobachtungen an Isodactylium aus und nimmt (ebenso wie Goette) ein biseriales Archipterygium als Urform der pentadactylen Extremität an, führt aber den Hauptstrahl anders als dieser letztere.

Diejenigen Forscher, welche sich der Anschauung zuneigen, dass in den Extremitäten der Tetrapoda keine von fischähnlichen Vorfahren ererbte Strahlenanordnung nachweisbar ist, sondern dass die pentadactylen Extremitäten sich durch Sprossung aus ein- resp. zweistrahligen Formen entwickelt haben, gehen meistens auch von embryologischen Untersuchungen über Amphibienextremitäten aus. Für sie hat hauptsächlich die progressive Entwickelung der zwei ersten Finger der Urodelenextremitäten und die Entwickelung der übrigen Finger in successiver Reihenfolge eine ausschlaggebende Bedeutung: sie meinen, dass eben in dieser Beziehung die ontogenetische Entwickelung der Extremitäten der Urodela einen phylogenetischen Wert hat, und sehen die Sprossung der Finger und Zehen an der postaxialen Seite der embryonalen Extremitäten der Urodelenlarven als eine Wiederholung desselben Prozesses in der Phylogenie ihrer Vorfahren an. Am deutlichsten kommt dieser Ideengang, wie wir schon gesehen haben, bei Rabl zum Ausdruck.

Die Forscher, welche die pentadactyle Extremität von dem crossopterygialen Flossentypus ableiteten, untersuchten hauptsächlich die Extremitäten dieser letzterer Formen [1]).

Die Gründe, weshalb die crossopterygiale Extremität (vordere Extremität von Polypterus) als Urform, aus welcher sich die Extremitäten der Tetrapoda entwickelt haben, angesehen wird, sind, wie mir scheint, vergleichend-anatomischer Natur, d. h. es wird aus der Aehnlickeit der Lage einiger Skelettelemente in beiden Extremitäten auf den genetischen Zusammenhang derselben geschlossen. Die beiden Randstrahlen der Extremität von Polypterus (Pro- und Mesopterygium) werden mit dem Zeugopodium homologisiert, das zwischen denselben liegende Mesopterygium mit dem Intermedium (welches bei einigen Urodelen zwischen den Enden der Elemente des Zeugopodiums liegt) und mit einigen anderen Skelettstücken des

---

[1]) Selbst Emery, welcher die Entwickelung der Extremitäten der Anura eingehend untersucht hat, benutzt bei seinen theoretischen Ausführungen die an den Amphibien gewonnenen Ergebnisse nur sehr wenig.

Basipodiums; die Actinalia werden demnach mit den Metacarpalia homologisiert. Die schwachen Punkte dieser Hypothese sind 1. dass in der crossopterygialen Flosse von Polypterus kein Homologon des Stylopodium zu finden ist und 2. die Homologisierung des einheitlichen Mesopterygiums mit einer Summe von diskreten Carpalien noch eines Beweises bedarf.

Bei dieser Uebersicht der Gründe, welche die verschiedenen Autoren, welche sich über die Extremitätenfrage ausgesprochen haben, zu dieser oder jenen theoretischen Ansicht führten, finden wir, dass die Verschiedenheiten der Auffassungen erstens davon abhängen, dass verschiedene Objekte als Ausgangspunkte der Untersuchung dienten, und zweitens davon, dass bei den untersuchten Objekten von den Forschern verschiedene Merkmale als Hauptmerkmale, auf welche die theoretischen Ansichten des betreffenden Forschers sich hauptsächlich stützen, in den Vordergrund gerückt werden. Dabei richten die einen ihr Augenmerk mehr auf die Aehnlichkeiten in der Lage der Elemente des Cheiro- und Ichtyopterygiums, während den anderen der Entwickelungsmodus z. B. die retardierte oder accelerierte Entwickelung der einzelnen Skelettstrahlen von grösserer Wichtigkeit erscheint. Eine gewisse Subjektivität bei der Wahl der Objekte und der Merkmale ist dabei selbstverständlich nicht zu vermeiden.

Eine wirklich umfassende und kritische Theorie müsste 1. die ganze Summe der Befunde, welche uns die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Fische und der Tetrapoda geben kann (denn die Extremitäten vieler höchst interessanter Formen sind leider noch nicht untersucht worden), berücksichtigen, wobei nicht nur das Skelett, sondern auch die Nerven und Muskeln in Betracht gezogen werden müssten; sie müsste streng die palingenetischen Merkmale von Anpassungen, Coenogenien sensu strictu, Heterochronien etc. unterscheiden und phylogenetische Schlüsse nur auf den ersteren bauen. Eine solche Theorie jetzt aufzubauen, d. h. mit anderen Worten die Extremitätenfrage zu lösen, sind wir, wie ich glaube, nicht im Stande, da uns die dazu notwendigen Vorausetzungen zur Zeit noch fehlen. Hiermit will ich selbstverständlich nicht sagen, dass wir einstweilen, bis wir das nötige Material gesammelt haben, vom Theoretisieren absehen müssen: im Gegenteil, glaube ich, dass wir eine jede neue Tatsache zu dem schon bekannten Tatsachenmaterial

hinzufügen und auf Grund der neuen Tatsachen eine kritische Revision unseren Anschauungen unternehmen müssen. Auch will ich den Wert der soeben dargelegten Hypothesen nicht im mindesten herabsetzen: ich glaube zwar nicht, dass irgend eine von ihnen eine vollständige Lösung der Extremitätenfrage enthält, aber sie enthalten die nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse wahrscheinlichen Lösungen dieses Problems und haben für uns einen grossen euristischen Wert. Daraus tritt uns die Aufgabe entgegen diese Hypotesen im Lichte der im Laufe dieser Untersuchung von uns gewonnenen Tatsachen zu revidieren und auf Grund dieser neuer Tatsachen zu den schon ausgesprochenen Anschauungen über die Phylogenie der Extremitäten Stellung zu nehmen.

XVI.

Das Extremitätenskelett der Urodela.

In dem vorgehenden Abschnitt haben wir die wichtigsten Untersuchungen über die Anatomie und Entwickelung der Urodelenextremitäten und die daran anknüpfenden allgemeinen Hypothesen über die Phylogenie der pentadactylen Extremitäten dargelegt. Jezt müssen wir die tatsächlichen Resultate eigener und fremder Untersuchungen über die Amphibien überhaupt kritisch zusammenstellen und auf Grund einer möglichst weiten vergleichend-morphologischen Basis eine eigene Anschauung über die Phylogenie der Amphibienextremitäten zu gewinnen suchen: diese Anschauung werden wir dann mit den Resultaten vergleichen, zu denen uns die Untersuchung der Reptilienextremitäten geführt hat: nur eine solche Vergleichung wird uns ein gewisses Recht geben zu den soeben dargelegten Hypothesen unserer Vorgänger Stellung zu nehmen und unsere eigene Auffassung der Phylogenie der pentadactylen Extremität überhaupt zu formulieren.

Im vorhergehenden Kapitel haben wir gesehen, dass die Forscher, welche die Entwickelung der Extremitäten der Urodela untersucht haben, selbst in Bezug auf die Tatsachen untereinander bei weitem nicht einig sind: vorerst muss ich also etwas genauer auf die Punkte

der Uebereinstimmung und der Differenz zwischen mir und meinen Vorgängern hinweisen.

Goette hat die Tatsache der strahlenartigen Anordnung der Elemente des embryonalen Extremitätenskeletts der Urodela vollkommen richtig beobachtet und in dieser sehr wichtigen Beziehung kann ich seine Beobachtung vollkommen bestätigen; doch sind ihm, wahrscheinlich infolge seiner Untersuchungsmethode, einige wichtige Punkte in der Entwickelung entgangen, so dass er aus seinen Beobachtungen keine vollkommen richtigen Schlüsse ziehen konnte; und zwar hat er die sekundäre Verbindung des Intermediums mit dem Ulnare bei den Tritonen für eine primäre gehalten und derselbe Fehler wurde von ihm auch in Bezug auf die Carpalia resp. Tarsalia distalia 3 und 4 gemacht. Das führte ihn zu der seltsamen Auffassung der embryonalen Extremität der Urodela als eines dichotomisch sich verzweigenden, baumartigen Gebildes. Als gar nicht zutreffend muss man auch die Ansicht Goettes über die Homologie der radialen (tibialen) Seite des Autopodiums der Urodela mit der metapterygialen Seite der Selachierextremität bezeichnen: zu diesem Fehlschluss wurde Goette dadurch verleitet, dass er die Bedeutung der accelerierten Entwickelung der praeaxialen Finger der Urodelenextremität überschätzte.

Strasser (79) hat bei seinen Untersuchungen der Tatsache eine besondere Beachtung geschenkt, dass die Carpalia und Tarsalia bei ihrer Entwickelung mannigfaltige vorknorpelige Verbindungen eingehen, und diese seine Beobachtungen kann ich gleichfalls bestätigen; dabei hat er aber die primäre einheitliche Anlage der Strahlen im Basipodium, welche zeitlich diesen vorübergehenden Verwachsungen vorausgeht, übersehen.

Ueber die Beobachtungen Zwicks (98) ist es sehr schwer ein Urteil zu sprechen: auf seinen Abbildungen der frühen Entwickelungsstadien der Skelettanlagen finde ich nicht die charakteristische Struktur des Vorknorpelgewebes, durch die sich die erste Anlage eines Skelettelements der Extremität bemerkbar macht: darum ist es schwer zu sagen, ob seine Praeparate geeignet waren eine richtige Vorstellung über die ersten Anlagen der Skelettelemente der Extremitäten zu erwecken. Wie gesagt, hat er keine strahlenartige Anordnung der Elemente des Basipodiums gesehen und darin differieren seine Angaben von meinen Beobachtungen.

Was die Beobachtungen Rabls ('01) anbetrifft, so hat er die Tatsache, dass das Radiale und das Carpale distale 1 sich aus einem Stücke differenzieren, vollkommen richtig beobachtet, auch beschreibt er die einheitliche Anlage des primären Intermedio-centrale. Sonst weichen seine Beobachtungen bedeutend von den meinigen ab. So hat er den primären Zusammenhang des Tibiale mit der Tibia und des Fibulare mit der Fibula, ebenso wie die primäre Verbindung des Intermedio-centrale mit dem Tarsale commune übersehen. Zwar sind diese Verbindungen in der vorderen Extremität, welche von Rabl hauptsächlich untersucht wurde, weniger deutlich als in der hinteren ausgeprägt. Auch kann ich der Angabe Rabls, dass „das chondrogene Gewebe an der ulnaren Seite des Carpus... ein embryonales, mächtig entwickeltes Perichondrium, von welchem die Bildung neuer Knorpelstücke ausgeht", ist, nicht zustimmen: an der hinteren Extremität von Triton und Siredon ist es vollkommen deutlich, dass die Bildung der Elemente der postaxialen Seite des Basipodiums nicht vom Intermedium, sondern von dem distalen Ende der Fibula ausgeht; in der vorderen Extremität von Triton ist es infolge der retardierten Anlage der Elemente der postaxialen Seite der Extremität und infolge der frühzeitigen Verbindung zwischen dem Ulnare und dem Intermedium weniger deutlich, aber bei Siredon ist die Bildung der Elemente der postaxialen Seite im Zusammenhang mit der Ulna vollkommen klar.

In einem für mich sehr erfreulichen Einklange stehen meine Resultate mit denen Schitkows (Isodactylium). Ebenso wie ich bei Triton und Siredon, hat Schitkow bei Isodactylium eine strahlenartige Anordnung der primären Skelettanlagen beobachtet, was ihn zu der Auffassung veranlasste, die pentadactyle Extremität habe sich aus einem biserialen Archipterygium entwickelt. In mancher Beziehung ähnelt die Entwickelung der Extremitäten von Isodactylium derjenigen von Siredon: bei beiden Formen finden wir eine flossenförmige Extremitätenplatte, in welcher die Finger- resp. Zehenanlagen zur Anlage kommen; auch das verhältnissmässig späte Auswachsen der Finger und Zehen als freie Strahlen ist für beide Formen (Isodactylium und Siredon) charaktristisch; in dieser Beziehung müssen wir die Entwickelung der Finger von Triton als eine ontogenetisch abgekürzte bezeichenen, da bei dieser Form *ein dem definitiven ähnlicher Zustand in früheren Entwickelungsstadien eintritt*, und

das Stadium der flossenförmigen Extremitätenanlage, welches in der embryonalen Extremität von Isodactylium und Siredon deutlich ausgebildet ist, bei Triton so zu sagen ausfällt. Ein Unterschied in der Entwickelung des Extremitätenskeletts von Isodactylium scheint darin zu bestehen, dass bei letzterem nach den Angaben Schitkow's die Skelettelemente sich nur in zwei Richtungen, der proximodistalen und der radio-ulnaren (tibio-fibularen) entwickeln: die Ausbildung der Skelettelemente (medianer Strahl) in distoproximaler Richtung, welche wir bei Triton und Siredon beobachtet haben, scheint hier nicht vorzukommen. Dabei scheint die Entwickelung in proximodistaler Richtung entschieden zu überwiegen, da die Ausbildung des ersten, zweiten und dritten Strahles fasst gleichzeitig vor sich geht. Dieser Unterschied in der Aufeinanderfolge der Anlage der Skelettstücke der freien Extremität bei den in Rede stehenden Formen bringt uns auf den Gedanken, dass *der zeitlichen Aufeinanderfolge in der Entwickelung der einzelnen Finger und Zehenstrahlen überhaupt keine grosse phylogenetische Bedeutung beigemessen werden kann:* im Folgenden hoffe ich weitere Belege zu Gunsten dieser Ansicht beizubringen.

Bei der Entwickelung der Isodactyliumextremitäten legen sich die Elemente des praeaxialen Strahles, soweit man nach der Beschreibung und den Abbildungen Schitkow's urteilen kann, in regelmässiger Reihenfolge nacheinander in proximodistaler Richtung ($T—t—t_1—I—$Phal. dig. I. $R—r—c_1—I—$Phal. Dig. I.) an und sind, wie es scheint, ab origine vorknorpelig miteinander verbunden. Wenn dem wirklich so ist, so besteht also die für Triton und Siredon charakteristische Unterbrechung zwischen c_1 (c_2), t_1 (t_2) und dem entsprechenden Metacarpale resp. Metatarsale I (II) hier nicht.

Es scheint (nach Fig. 6 Schitkow's), dass der postaxiale Fingerstrahl sich unmittelbar in den dritten Finger fortsetzt: doch muss dabei in Betracht gezogen werden, dass die Elemente der postaxialen Seite in diesem Stadium noch nicht genügend differenziert sind, so dass es schwer fällt ein ganz bestimmtes Urteil auf Grund dieser Abbildung Schitkow's auszusprechen: aus seiner kurzen Beschreibung konnte ich mir keine Vortsellung davon machen, in welcher Beziehung die Carpalia 3 und 4 zu dem postaxialen Strahl stehen, d. h. ob sie beide als Glieder dieses Strahles entstehen (was der

Auffassung Goettes entsprechen würde) oder ob das Carpale 3 eine unabhängige Bildung sei, wie ich es bei Triton und Siredon beobachtet habe; die Fig. 5 Schitkow's scheint eher für diese letzte Auffassung zu sprechen. In Bezug auf die Lage des Intermediums zeigen die in Rede stehenden drei Formen (Isodactylium, Triton und Siredon) das gleiche Verhalten, d. h. das Intermedium liegt in den frühen Entwickelungsstadien zwischen den Enden des Zeugopodiums.

Wir sehen also, dass die Beobachtungen an Isodactylium, Triton und Siredon in ihren Hauptresultaten in vollkommenem Einklang miteinander stehen: die Differenzen beziehen sich auf sekundäre Punkte in der Entwickelung und stehen wahrscheinlich mit der Verschiedenheit der untersuchten Formen im Zusammenhange.

Jetzt müssen wir sehen, welche Schlüsse über die primitive Zusammensetzung der Extremitäten der Urodela wir nach dem jetzigen Stand unserer tatsächlichen Kenntnisse ziehen können. Ueber das Stylo- und Zeugopodium der Urodela haben wir nur weniges zu sagen. Wir haben schon gesagt, dass diese Elemente sich embryonal als sehr kurze Knorpel, deren Länge im allgemeinen diejenige eines embryonalen Carpale oder Tarsale nur wenig übertrifft oder derselben gleich ist, anlegen. Wir haben gesehen, dass die Verlängerung der Elemente des Stylo- und Zeugopodiums das Resultat des progressiven Wachstums dieser Elemente im Laufe der embryonalen Entwickelung ist. Wenn wir die Extremitäten der erwachsenen Urodela untersuchen und dieselben mit denjenigen der Anura oder der Reptilien vergleichen, so finden wir, dass diese Verlängerung der Knochen des Arms und Vorderarms resp. des Ober- und Unterschenkels keine bedeutende ist: diese Elemente bleiben selbst bei den erwachsenen Tieren kurz und plump, und entfernen sich so zu sagen nur wenig von dem embryonalen Zustand. Wir haben diese Frage schon eingehend in Bezug auf die Reptilien besprochen, und werden auf dieselbe nicht wieder zurückkommen, und können nur unseren schon oben gemachten Schluss wiederholen, dass die Kürze der sogenannten „langen“ Knochen der Extremitäten als ein primitives Merkmal anzusehen ist.

In Bezug auf den Basipodiumabschnitt haben wir die wichtige Bedeutung der strahlenartigen Anordnung der Elemente bei den Uro-

delen in frühen Entwickelungsstadien schon hervorgehoben. Phylogenetisch kann diese Tatsache, wie mir scheint, nur als Beweis zu Gunsten der Ansicht gedeutet werden, dass die dem Zeugo- und Autopodium entsprechenden Abschnitte der freien Extremitäten der fischänlichen Vorfahren der Tetrapoda aus einer gewissen Anzahl gegliederter Strahlen bestanden, was besonders im Zusammenhang mit der von uns entdeckten Tatsache der primären Verbindung der Carpalia distalia mit den Metacarpalia bei den Reptilien interessant erscheint; ich erinnere daran, dass wir bei den Reptilien keine strahlenartige Anordnung im Zeugopodium und im proximalen Abschnitt des Basipodiums nachweisen konnten.

Als konstante Elemente des Carpus der vierfingerigen Urodela müssen folgende Elemente angesehen werden: Radiale, Intermedium, Ulnare, Centrale, Carpalia distalia 1—4, im ganzen 8 Elemente; weder ein Radiale externum, noch ein Pisiforme sind, soviel ich weiss, bei den Urodela gefunden worden. Im Tarsus sind als konstante Elemente Tibiale, Intermedium, Fibulare, Centrale und Tarsalia distalia 1—5, im ganzen also 9 Elemente, vertreten. Bezüglich der Lage des Intermediums hat uns die Untersuchung von Triton und Siredon zu demselben Schlusse geführt, zu dem Schitkow bei der Untersuchung von Isodactylium gekommen ist, dass nämlich das Intermedium ab origine der Zeugopodiumregion angehörte und dass sein Eintritt in die Basipodiumregion das Resultat einer späteren Differenzierung ist. Die primäre Angehörigkeit des Intermediums zum Zeugopodium äussert sich bei den erwachsenen Tieren darin, dass sein proximales Ende sich zwischen den distalen Enden der Elemente des Zeugopodiums einschiebt: diese Lage hat das Intermedium z. B. bei Cryptobranchus, Menopoma, Siredon; bei den meisten Formen wird es aber vollkommen in die Basipodiumregion aufgenommen. Ueber die Deutung der Carpalia 3 und 4 und der Tarsalia distalia 3, 4, 5 bestehen, soviel ich weiss, keine Meinungsverschiedenheiten, wohl aber über die Deutung des Carpale (Tarsale) distale 1 und des Carpale (Tarsale) distale commune. Es ist die Frage, ob das Carpale s. Tarsale commune einem einzigen Element der distalen Reihe entspricht, oder ob es, wofür seine Entwickelung bei Triton zu sprechen scheint, zwei Elemente, nämlich die Carpalia s. Tarsalia distalia 1 und 2, enthält? Wenn diese letzte Ansicht die richtige ist, so müssen wir die Frage von der Bedeutung

des Carpale s. Tarsale distale 1 Autorum aufwerfen: wie schon von Emery bemerkt, entwickelt sich dasselbe etwas anders als die anderen Carpalia; er (Emery '98) hält es für ein Proshypactinale d. h. für ein zum Praepollex gehörendes Element. Was mich persönlich anbetrifft, so glaube ich nicht, dass man zur Zeit eine sichere Lösung dieser Frage erwarten kann; wahrscheinlicher scheint mir die Ansicht, dass das Carpale s. Tarsale commune die zusammengeflossenen Tarsalia distalia 1 und 2 enthält und dass das Tarsale (Carpale) distale 1 Autorum eine andere Bedeutung als die eines wirklichen Carpale (Tarsale) distale des ersten Fingers hat; ich glaube aber, seiner Lage und Entwickelung bei den Urodelen nach zu urteilen, dass es auch kein Element des Praepollex sein kann: eher könnte ich dasselbe, in Anbetracht seiner Lage bei Archegosaurus (Emery 98, Fig. 5) als ein Element der Reihe der Centralia ansehen; zu dieser Frage werden wir bei Vergleichung der Amphibien mit den Reptilien wieder zurückkommen. Eine für das Problem der Phylogenie der Urodelenextremitäten sehr wichtige Frage ist die, ob die Urodela primär ein einziges oder zwei (oder mehrere) Centralia besessen haben? Wie bekannt, besitzen mehrere Urodelen im erwachsenen Zustand zwei Centralia (Cryptobranchus japonicus, Isodactylium schrenkii, Salamandrella); manchmal kommen zwei oder mehr Centralia als individuelle Variation (Menopoma, hint. Extremitäten, Siredon) vor. Die Entwickelung der beiden Centralia bei Isodactylium wurde, wie ich schon bemerkte, von Schitkow untersucht. In Bezug auf die Deutung des Vorhandenseins zweier Centralia in den Extremitäten der Urodela gehen die Ansichten der Autoren weit auseinander: die einen [Gegenbaur (64—98), Thacher (77), Born ('77), Kehrer ('86), Emery ('94), Thilenius ('96)] halten das Auftreten zweier (oder selbst mehrerer) Centralia im Basipodium der Urodela für eine primäre Erscheinung, denken also, dass die meisten Urodela das zweite Centrale im Laufe der phylogenetischen Entwickelung verloren haben. Die anderen [Götte (79), Baur (88), Wiederscheim ('93), Zwick ('88), Jacquet ('99), Rabl ('01)] meinen, dass im Basipodium der Urodela primär nur ein Centrale vorhanden war, und erklären die Anwesenheit zweier Centralia im Tarsus und Carpus gewisser Urodela als das Resultat einer sekundären Teilung des ursprünglich einheitlichen Centrale. Das Vorhandensein zweier Centralia bei gewissen Urodela wäre nach dieser letzten Auffassung eine

Konvergenzerscheinung und dieselben hätten sich bei den verschiedenen Formen voneinander unabhängig entwickelt. Als Beweis dessen, dass das Vorhandensein eines einzigen Centrale das primäre Verhalten charakterisiert, wird von den Forschern, welche sich auf Seiten dieser Ansicht stellen, die Entwickelung der beiden Centralia von Isodactylium aus einem einzigen Knorpelzentrum und die embryonale Anlage nur eines Centrale bei Siredon, wo individuell auch zwei Centralia vorkommen, angeführt. Wir müssen diese Beweise jetzt etwas näher betrachten. Es scheint mir, dass die Beobachtungen Schitkows über die Entwickelung der beiden Centralia von Isodactylium nicht ganz richtig gedeutet worden sind. Es wird angegeben, dass bei Isodactylium die zwei Centralia sich aus einer Skelettanlage entwickeln, und daraus wird der Schluss gezogen, dass bei den Vorfahren der Urodela nur ein einziges Centrale bestand, welches sich sekundär in zwei Elemente teilte; wenn wir die Entwickelung der Centralia von Isodactylium mit dem vergleichen, was wir über die Entwickelung der übrigen Elemente des Carpus und des Tarsus der Urodela kennen (vergl. unsere Beobachtungen über die Entwickelung des Carpus und Tarsus der Urodela), so finden wir, dass die Entwickelung der beiden Centralia von Isodactylium ganz in derselben Weise vor sich geht, wie die der übrigen Elemente des Basipodiums: dieselben sind Bestandteile des medianen Strahles der Extremität; wir haben gesehen, dass bei Siredon und Triton dieser ursprünglich einheitliche mediane Längsstrahl der Extremität (i—C—c. c, i—C—t. c) sich durch Querteilung in drei Elemente (Intermedium, Centrale, Tarsale oder Carpale commune) gliedert; bei Isodactylium sondert sich dieser mediane Strahl ($i—C_1—C_2—t_2$ oder c_2) in vier Elemente (Intermedium, Centrale proximale, Centrale distale, Tarsale oder Carpale distale 2). Die Entwickelung der Elemente, welche definitiv aus diesem Strahl entstehen, geht ganz in derselben Weise vor sich, wie die Entwickelung der Elemente, welche aus dem praeaxialen ($T—t—t_1$, $R—r—c_1$) oder dem postaxialen Strahl ($F—f—t_4$, $U—u—c_4$) entstehen: in allen drei Fällen haben wir es in frühen Entwickelungsstadien mit einem einheitlichen vorknorpeligen Längstrahl der Extremität zu tun, welcher im Laufe der Entwickelung durch Quergliederung in die definitiven Elemente des Zeugound Basipodiums zerfällt. Wenn wir aus dem Umstande, dass die beiden Centralia von Isodactylium Teilstücke eines primär einheit-

lichen Elements sind, den Schluss ziehen wollen, dass die Polymerie der Centralia das Resultat einer sekundären Teilung ist, *so müssen wir dasselbe auch in Bezug auf die Gliederung der Elemente, welche aus dem praeaxialen und dem postaxialen Strahl entstehen, ebenso wie auch in Bezug auf die anderen Skelettstücke sagen, welche aus dem medianen Strahl entstehen, da der Entwickelungsgang in allen diesen Fällen derselbe ist.* Augenscheinlich ist diese Schlussfolgerung unzulässig, so dass wir annehmen müssen, dass der Entwickelungsmodus der beiden Centralia bei Isodactylium nicht als Gegenbeweis gegen die Annahme der primären Doppelnatur der Centralia der Urodela gelten kann: der Entwickelung nach sind die beiden Centralia ebenso primär, wie die übrigen Elemente des Carpus und Tarsus.

Die *sehr ähnliche Lage* der beiden Centralia (Centrale proximale und distale) der Urodela *bei Formen, welche systematisch weit von einander entfernt sind* (Cryptobranchus japonicus, Salamandrella keyserlingii, Isodactylium, Menopoma) weist (abgesehen davon, dass wir bei Stegocephalen und Anuren, welche weiter unten besprochen werden zwei Centralia vorfinden) darauf hin, dass wir es hier *mit einer anzestralen Bildung* und nicht mit einer Konvergenzerscheinung zu tun haben. Wir kommen also zu dem Schlusse, dass bei den meisten Urodela das eine Centrale verloren gegangen ist, stellen uns also auf Seiten der Ansicht, welche zum ersten Male von Gegenbaur ausgesprochen wurde, und, wie wir gesehen haben, von den meisten neueren Forschern bestritten wird. Eine andere Frage ist die, wie wir uns das Verschwinden des zweiten Centrale der Urodela vorstellen müssen, ob nämlich das eine Centrale einfach atrophiert ist (wie z. B. das Centrale radiale der Autosaurier), oder ob die beiden Centralia zu einem einheitlichen Element verwachsen sind? Die Bildung zweier Centralia bei manchen Urodelen, bei denen gewöhnlich nur ein einziges Centrale vorkommt, eventuell durch Teilung des ursprünglich einheitlichen Elements, bringt uns auf den Gedanken, dass vielleicht die zweite von den beiden angedeuteten Vermutungen die richtige ist.

Emery (98) nimmt an, dass die von Baur beschriebene Variation des Carpus von Cryptobranchus maximus, bei dem drei Centralia vorkommen, eine phylogenetische Bedeutung besitzt, und vergleicht diese Extremität mit derjenigen von Eryops (Carpus), wo drei Centra-

lia typisch bestehen; dieses Centrale 3 liegt bei Cryptobranchus neben dem typischen Centrale 2 (distale), dem Tarsale distale 3 gegenüber. Als konstanter Bestandteil des Basipodiums kommt, soviel ich weiss, ein Centrale 3 bei keinem lebenden Urodel vor.

In Bezug auf die beiden Centralia der Urodela kann man die Frage aufwerfen, ob diese Elemente den beiden Centralia der Reptilien entsprechen? Gewöhnlich wird die bejahende Antwort auf diese Frage als selbstverständlich angenommen: mir scheint aber, dass diese Frage nicht ohne weiteres so leicht zu lösen ist. Dabei müssen wir die Aufmerksamkeit des Lesers auf eine Beobachtung Schitkows lenken, welche für die Beurteilung dieses Problems von Belang ist und bis jetzt, wie mir scheint, nicht genügend beachtet wurde, dass nämlich die beiden Centralia von Isodactylium als Produkte eines Längsstrahls der Extremität entstehen, also in proximodistaler Richtung *hinter einander liegen.*

Bei den Reptilien haben wir gesehen, dass die beiden Centralia, wenn sie vorhanden sind, gewönlich eine transversale Lage einnehmen, d. h. nicht hinter einander, sondern neben einander liegen: es ist die Frage, ob wir hier dieselben Skelettelemente wie bei den Urodelen vor uns haben, welche nur ihre Lage verändert haben, oder ob die gemeinsamen Vorfahren der Reptilien und Amphibien eine grössere Anzahl von diesen medianen Elementen, welche wir als Centralia bezeichenen, besassen, und dass bei den Amphibien sich die einen von diesen Elementen, bei den Reptilien die anderen erhalten haben? Auf den Gedanken, dass auch die letzte Fragestellung wohl möglich ist, führt uns das Vorkommen dreier Centralia bei Cryptobranchus japonicus als individuelle Variation, ebenso wie das Vorhandensein dreier Centralia bei dem Stegocephalen Eryops, welche dieselbe Lage hatten wie bei Cryptobranchus. In diesem Falle müssten wir annehmen, dass die Extremitäten der Pentadactylier eine stärkere Reduktion erlitten haben, als gewöhnlich angenommen wird. Manche Tatsachen führen auf den Gedanken, dass diese Hypothese richtig ist und dass die Extremitäten der Vorfahren der Urodela komplizierter gebaut waren, d. h. aus einer grösseren Anzahl von Skelettstücken bestanden, als wir es bei den rezenten Urodelen vorfinden.

An dieser Stelle werde ich auf die Frage von den rudimentären Skelettstücken an der praeaxialen und der postaxialen Seite der

Extremitäten der Urodela nicht in extenso näher eingehen, da ich keine neuen Beobachtungen zu denen meiner Vorgängern hinzufügen kann. Dennoch müssen wir, da diese Frage für die Beurteilung der Phylogenie der Extremitäten der Pentadactylier von grosser Wichtigkeit ist, dieselbe wenigstens einer kurzen Besprechung unterwerfen. Es ist bekannt, dass in Bezug auf die unansehnlichen Skelettelemente, welche sich an der praeaxialen und postaxialen Seite des Autopodiums bei sehr vielen und von einander weit entfernten Tetrapoda vorfinden, zwei Ansichten ausgesprochen wurden: nach der einen sind diese Elemente Bildungen atavistischer Natur, Reste von verloren gegangenen Randstrahlen der Extremitäten; nach dieser Auffassung besassen die Vorfahren der rezenten Pentadactylier eine die Fünfzahl überschreitende Anzahl von Fingerstrahlen, d. h. mindestens sieben; diese zwei überzählige Randstrahlen werden gewöhnlich als Praepollex (Praehallux) und Postminimus bezeichnet [Rosenberg ('75), Bardeleben ('94), Kehrer ('86), Kükentahl ('89), Retterer ('98)].

Nach der anderen Auffassung sind diese Elemente Neubildungen, welche dieselbe Bedeutung wie die zahlreichen Accessoria an der dorsalen und palmaren Fläche der Extremitäten besitzen, also keine phylogenetische Bedeutung haben.

Mir scheint, dass das vorhandene Tatsachenmaterial noch nicht genügt, um mit voller Bestimmtheit eine Antwort auf die Frage von der Bedeutung dieser rudimentären Skelettelemente zu geben, und dass beiden dargelegten Ansichten nur der Wert von Hypothesen zukommt; mit diesem Vorbehalt aber muss ich bemerken, dass mir die erste von diesen Hypothesen viel mehr Wahres zu enthalten scheint als die zweite, und zwar aus folgenden Gründen: wenn wir das uns vorliegende Tatsachenmaterial durchsehen, so finden wir, dass bei gewissen Urodelen an der hinteren Extremitäten überzählige kleine Knorpel an den Rändern des Tarsus vorkommen; dieselben befinden sich gewöhnlich an der postaxialen Seite des Tarsus, in einigen seltenen Fällen aber auch an der praeaxialen Seite. Bei einigen Formen scheinen dieselben konstante Bestandteile des Tarsus der betreffenden Art zu sein, während sie in anderen nur mehr oder weniger häufige Variationen darstellen; der Form und Lage nach sind sie Tarsalien ähnlich. Baur findet solche überzählige Elemente an der praeaxialen Seite des Tarsus bei Crypto-

branchus maximus und Isodactylium schrenkii, an der postaxialen bei Cryptobranchus max., Hynobius nebulosus, Onychodactylus japonicus, Ranidens sibiricus, Amblystoma jeffersoni, Ambl. punctatum. Es ist die Frage, warum wir diese Elemente für rudimentäre Reste von Fingerstrahlen halten? Es ist sehr wahrscheinlich, dass wenn uns heptadactyle Tetrapoda bekannt wären, diese Frage gar nicht aufgeworfen würde: es ist selbstverständlich, dass wenn uns *niedere* Tetrapoda mit sieben (oder mehr) normal gebauten Fingerstrahlen bekannt wären, wir keinen Anstand nehmen würden, wenn wir bei pentadactylen Formen rudimentäre randständige Knorpel vorfänden, welche der Form und Lage nach carpalen und tarsalen Elementen ähnlich sind, denselben die Bedeutung von Resten reduzierter Randstrahlen beizulegen. Die Schwierigkeit liegt eben darin, dass wir keine Tetrapoda mit primitiv gebauten Extremitäten und einer die Fünfzahl überschreitenden Anzahl Finger- resp. Zehenstrahlen kennen. Allerdings besitzen die Anura einen „Praehallux" an der hinteren Extremität, doch dagegen lässt sich einwenden, dass die hintere Extremität der Anura keinen primitiven Bau aufweist und dass der sog. Praehallux nur in späten Entwickelungsstadien zur Anlage kommt und darum keine atavistische Bildung sein kann; in Bezug auf diesen letzteren Einwand muss ich bemerken, dass bei den Anuren die Bildung der Zehen an der postaxialen Seite der Extremität anfängt, so dass die praeaxialen Skelettelemente sich zuletzt anlegen, so dass wenn der Praehallux ein wirklicher Zehenstrahl ist, er in dieser Beziehung nicht von den übrigen Zehen abweicht; auch sei hier auf die Beobachtung Mehnerts, dass die rudimentären Skelettelemente gewöhnlich eine retardierte Entwickelung aufweisen, hingewiesen. In Bezug auf den Einwand, dass die hintere Extremität der Anura stark sekundär abgeändert ist, muss man bemerken, dass die Abänderung sich hauptsächlich auf den proximalen Abschnitt des Autopodiums (Astragalus und Calcaneus) beschränkt; die distale Partie des Basipodiums und die Metapodium- und Acropodiumabschnitte zeigen keine bedeutenden Abänderungen vom allgemeinen Pentadactyliertypus.

Alle diese Erwägungen sprechen zu Gunsten der Annahme, dass der sogenannte Praehallux der Anura ein rudimentärer Zehenstrahl ist, dass, mit anderen Worten, die Vorfahren der Anura mindestens sechs Zehenstrahlen besessen haben. Erwägen wir jetzt die Schlüsse,

zu denen uns die entgegengesetzte Annahme führt: wenn der Praehallux keine anzestrale Bildung ist, so müssen wir eo ipso annehmen, dass es eine speziell den Anura eigene Neubildung ist. Dann tritt uns selbstverständlich die Frage entgegen, weshalb er bei den Anura so konstant auftritt und welche Funktion wir dieser Neubildung zuschreiben können. Bei einigen Formen, wie z. B. bei Pelobates, können wir sagen, der Praehallux diene zum Graben, aber bei den meisten Anuren ist es sehr schwer etwas Bestimmtes über die Funktion dieses Gebildes zu sagen; sehr oft finden wir, dass der Praehallux unter der Haut verborgen liegt, sehr klein ist und oft nicht verknöchert. All' dieses stimmt schlecht mit der Auffassung von einem in progressiver Entwickelung begriffenen Organ überein. Viel eher kann man sagen, dass der Praehallux der Anura auf dem Wege der Reduktion begriffen ist. Wenn dem wirklich so ist, so müssen wir annehmen, dass derselbe bei den Vorfahren dieser Tiere wohl entwickelt und funktionsfähig war, mit anderen Worten, dass die Vorfahren der Anura sechs Zehen besassen, da sonst sein Vorkommen bei der grössten Mehrzahl der Anura unerklärlich erscheint. Nun ensteht die Frage, ob diese Hexadactylie nur den Anura eigen war, oder ob auch die anderen Amphibien mehr als fünf Zehen besassen. Wir haben gesehen, dass die Urodela rudimentäre Knorpel, welche der Lage und Form nach überzähligen Carpalien und Tarsalien ähnlich sind, besitzen. Bei Tetrapoden, welche weniger als fünf Finger besitzen (und von welchen wir mit Bestimmtheit sagen können, dass sie von pentadactylen Vorfahren abstammen) finden wir, dass die letzten Rudimente der verschwundenen Finger und Zehen den rudimentären Knorpeln, welche wir an der post- und praeaxialen Seite der Extremitäten einiger Urodelen (s. oben) finden, sehr ähnlich sind. Diese Tatsache führt uns im Zusammenhang mit dem, was wir über den Praehallux der Anura wissen, auf den Gedanken, dass die Vorfahren der Urodela gleichfalls eine grössere Anzahl von Strahlen besassen als die rezenten Formen und dass die pentadactyle Extremitätenform sich aus einer haxa- resp. heptadactylen Form entwickelt hat. Diese Hypothese steht in vollkommenem Einklange mit dem, was wir über die phylogenetische Vereinfachung und Verminderung der Zahl der Elemente der Extremitäten der Pentadactylier, speziell der Reptilien wissen. Ich betone nochmals, dass ich dieser Anschauung nur den Wert einer

Hypothese beilegen kann; doch erscheint mir diese Hypothese viel wahrscheinlicher und stösst auf viel weniger Schwierigkeiten als die entgegengesetzte Annahme.

Ueber die Metacarpalia (resp. Metatarsalia) und die Phalangen der Urodela habe ich nur Weniges zu sagen. Erstere sind gewöhnlich kurz und gleichartig, so dass die zwei randständigen Metacarpalia s. Metatarsalia nur wenig kürzer sind als die mittleren. Wir finden also Verhälnisse, wie wir sie bei den niedersten Reptilien angetroffen haben. Was die Phalangenformel anbetrifft, so habe ich zu den Angaben Baurs nichts Neues hinzuzufügen: die Zahl der Phalangen ist bei den rezenten Urodelen immer kleiner als bei den diapsiden Reptilien; meistens ist die Phalangenformel für die vordere Extremität 2 2 3 2, für die hintere 2 2 3 3 2 oder kleiner (1 2 3 2, v, 1 2 3 3 2, h etc. vergl. Baur '88), für uns ist es interessant, dass der dritte (vordere Extremität) und der dritte und vierte (hintere Extremität) Finger- resp. Zehenstrahl, ebenso wie bei den Diapsiden, eine grössere Zahl von Phalangen besitzt; bei Amblystoma Tschudii (Baur) haben wir im Fusse die Phalangenformel 2 2 3 4 2, welche sich schon dem, was wir bei den Diapsiden Reptilien gefunden haben, mehr nähert. Diese Befunde führen mich im Zusammenhang mit der Phalangenformel der Stegocephala (vergl. unten) zu dem Schlusse, dass wir bei Amblystoma Tschudii das Fortbestehen eines primitiven Verhaltens, von dem sich die rezenten Urodela entfernt haben, vor uns haben.

Bevor wir die Extremitäten der Urodela verlassen, müssen wir noch zwei Fagen von allgemeiner Bedeutung besprechen.

Die erste von diesen Fragen ist die von der Homodynamie der freien Strahlen in der vorderen und hinteren Extremität der urodelen Amphibien; wie bekannt, besitzen die rezenten Urodela in der hinteren Extremität fünf Zehenstrahlen, in der vorderen nur vier; es ist nun die Frage, ob der letzte postaxiale Strahl der vorderen Extremität (der vierte) dem vierten oder dem fünften Zehenstrahl entspricht, oder ob mit anderen Worten, der erste Fingerstrahl dem ersten oder dem zweiten Zehenstrahl homodynam ist? Gegenbaur löst diese Frage auf die Weise, dass er annimmt, hier liege nicht eine Homodynamie, sondern eine Homologie vor, so dass wir die vordere Extremität der Urodela nicht mit der hinteren Extremität dieser Tiere, sonder mit der vorderen Extremität anderer, den Urodelen

am nächsten stehender Tiere, speziell der Anura, vergleichen müssen. Da nun die Anura, so folgert er weiter, einen rudimentären Daumen an der vorderen Extremität besitzen, so müsse man daraus schliessen, dass die Reduktion der Finger bei den Amphibien von der praeaxialen Seite der Extremität ausgegangen sei, d. h. mit dem ersten Finger begonnen habe: die Anura haben nur ein Rudiment dieses Fingers beibehalten, die Urodela ihn jedoch gänzlich verloren, so dass der erste praeaxiale Finger ihrer vorderen Extremität dem zweiten Finger der übrigen Pentadactylier homolog, und folglich auch der zweiten Zehe homodynam sei. Wenn diese Folgerung richtig ist, so ist auch in der Bezeichnung der Carpalia und Tarsalia eine Aenderung nötig: wir müssten das Carpale distale 1 als dem Tarsale 2 homodynam bezeichnen, das Carpale 2 dem Tarsale distale 3 u. s. w.

Diejenigen Forscher, welche die Extremitätenentwickelung bei den Urodela untersucht haben (Goette, Strasser) und diejenigen, für welche die unverkennbare Aehnlichkeit in der Lage der Skelettelemente in den vorderen und hinteren Extremität der Urodela massgebend war (Baur, Wiedersheim u. a.), rücken eben diese Aehnlichkeit bei der Beurteilung dieser Frage in den Vordergrund und kommen zu dem Schlusse, dass, da die Elemente der praeaxialen Seite in der vorderen und der hinteren Extremität der Urodela eine fast identische Lage haben und sich in sehr ähnlicher Weise entwickeln, der erste Finger der Urodela der ersten Zehe derselben homodynam sein müsse. Nach der Gegenbaurschen Auffasung

besitzen die	Anura	die Finger	I (rud.)	II	III	IV	V
	die Urodela	. . . . .		II	III	IV	V
	die Urodela	die Zehen	I	II	III	IV	V

Doch kann man nicht sagen, dass die Autoren auch über die Bedeutung des rudimentären Daumens der Anura einig sind: Emery nimmt an, dieses Gebilde entspräche nicht einem Daumen (Pollex), sondern einem Praepollex.

Braus (05) kommt bei der Besprechung dieser Frage zu dem unerfreulichen Schlusse, dass dieselbe, trotz des für ihre Lösung angewandten Scharfsinnes, als offenstehend angesehen werden müsse. Mir scheint die Sache doch nicht so schlimm zu stehen. Bei der Unter-

suchung der Entwickelung der Reptilienextremitäten haben wir gesehen, dass sich vordere und hintere Extremität gewöhnlich in analoger Weise verändern: dies bezieht sich sowohl auf die progressiven, als auch auf die regressiven Veränderungen. Darum glaube ich, dass man bei der Beurteilung der in Rede stehenden Frage von dem Satze ausgehen kann, dass die Extremitäten der Urodela homodyname Gebilde seien, welche sich bei ihrer phylogenetischen Evolution in analoger Weise verändert haben. Zu der Annahme, dass der erste Finger der ersten Zehe homodynam sei, führt uns eine ganze Reihe von Tatsachen: 1. die Lage der Elemente der praeaxialen Seite ist in der vorderen und hinteren Extremität eine ganz ähnliche (r—t; c. c.—t. c.; C—C). Bei der Gegenbaurschen Annahme müsste man voraussetzen, dass sich bei der Reduktion des ersten Fingers in der vorderen Extremität grosse Veränderungen in der Lage und Form der betreffenden Carpalia vollzogen haben, wodurch diese Aehnlichkeit sekundär erworben wurde; die Entwickelungsgeschichte zeigt keinerlei solche sekundäre Veränderung; wir sehen ganz im Gegenteil, dass die Anlagen der praeaxialen Carpalia und Tarsalia von Anfang an einander sehr ähnlich sind. 2. Wir haben gesehen, dass in beiden Extremitäten der Urodela die praeaxiale Seite der Extremität eine accelerierte Entwickelung, die postaxiale eine retardierte aufweist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese retardierte Entwickelung der postaxialen Seite mit den regressiven Veränderungen, welche an der postaxialen Seite der Extremität vor sich gegangen sind, im Zusammenhange steht; es ist nämlich sehr wahrscheinlich, dass die Finger und Zehen der postaxialen Seite der Extremitäten der Vorfahren der rezenten Urodella eine grössere Anzahl von Phalangen bessessen haben, als wir es bei den rezenten Urodela finden. Nach den Untersuchungen Baurs besitzt keiner der lebenden Vertreter der Amphibien mehr als drei Phalangen an einem der Finger der Vorderextremität; ebenso verhält es sich bei der weitaus grössten Mehrzahl der lebenden Urodela auch in Bezug auf die hintere Extremität. Dagegen scheint die Phalangenformel 2 2 3 4 3 bei den permischen Amphibien ziemlich verbreitet gewesen zu sein; dieselbe Phalangenformel finden wir auch in der hinteren Extremität der rezenten Anura wieder. Wenn wir in der hinteren Extremität der rezenten Urodela die Vierzahl der Zehen vorfinden, so scheint es, dass diese Reduk-

tion an der postaxialen Seite vor sich gegangen ist (Necturus, Salamandrella; Baur '88).

Alle diese Erwägungen führen uns zu dem Schlusse, dass die Verzögerung in der Entwickelung der Finger und Zehen der postaxialen Seite der Ausdruck einer regressiven Entwickelung der Elemente dieser Seite ist: da der Entwickelungsgang in den beiden Extremitäten der gleiche ist, so kommen wir zu dem Schlusse, dass, wenn in der vorderen Extremität eine Reduktion der Finger stattgefunden hat, dieselbe nicht an der praeaxialen, sondern an der postaxialen Seite vor sich gegangen sein muss. Zu diesem Schlusse führt uns also nicht nur die Lage der Elemente des Autopodiums in den Extremitäten der Urodela, sondern auch der allgemeine Entwickelungsgang derselben.

Mit dieser Frage von der Homodynamie der Finger und Zehen der Extremitäten der Urodela ist eine zweite Frage, nämlich die von der Bedeutung der accelerierten Entwickelung der Elemente der praeaxialen Seite der Extremitäten eng verknüpft. Soeben haben wir diese Frage beiläufig berührt, jetzt müssen wir dieselbe ausführlicher besprechen. Wir haben gesehen, dass bei denjenigen Diapsiden, deren Entwickelung wir zu untersuchen imstande gewesen sind, die postaxiale Seite der Extremitäten eine accelerierte Entwickelung fast aller Elemente des Autopodiums aufweist. Wir haben auch gesehen, dass die Reduktionserscheinungen gewöhnlich an der praeaxialen Seite anfangen und dass das Auftreten einer accelerierten Entwickelung der postaxialem Seite in vollkommenem Einklange mit dem morphologischen Bau der Skelettelemente der Extremitäten steht: wir finden an den Fingern und Zehen der postaxialen Seite eine grössere Anzahl von Phalangen (Phalangenformel gewöhnlich 2 3 4 5 3/4) und die Elemente des Carpus und Tarsus sind an der postaxialen Seite gewöhnlich grösser als an der praeaxialen. Auf diesen Tatsachen basierend, kamen wir zu dem Schlusse, dass die Acceleration in der Entwickelung der postaxialen Seite der freien Extremität bei den Diapsida der Ausdruck der phylogenetisch progressiven Entwickelung der Skeletteile dieser Seite sei. Besonders lehrreich ist die Vergleichung der Diapsida mit den Cheloniern (Synapsida), bei welchen der Unterschied zwischen postaxialer und praeaxialer Seite der Extremität viel weniger ausgeprägt ist als bei den Diapsiden und die Phalangenzahl der Finger und Zehen der

praeaxialen Seite sich nur wenig von derjenigen der postaxialen unterscheidet (Phalangenformel gewöhnlich 2 3 3 3 3); wir kamen zu dem Schlusse, dass dieser Unterschied durch die Reduktion der terminalen Phalangen der Finger der postaxialen Seite veranlasst würde. Wir haben jedoch dabei gesehen, dass die accelerierte Entwickelung der Elemente der postaxialen Seite der Chelonierextremitäten viel schwächer ausgeprägt ist als bei den Diapsiden, und nur in sehr frühen Entwickelungsstadien bemerkbar ist. Hier sehen wir also, dass die schwächere phylogenetische Entwickelung der Elemente der einen Seite der Extremität (gleichgültig, ob sie eine primitive Erscheinung oder die Folge eines Reduktionsprozesses ist) der Retardation in der Entwickelung der Skelettelemente dieser Seite parallel geht. Betrachten wir nun von diesem Standpunkte aus die Frage von der Acceleration in der Entwickelung der Skelettelemente der freien Extremitäten der Amphibien (welche sich hauptsächlich in der Anlage der Finger und Zehen äussert) im Zusammenhange mit der Phalangenformel derselben.

Bei den anuren Amphibien ist die Phalangenformel an der vorderen Extremität gewöhnlich 2 2 3 3, an der hinteren 2 2 3 4 3; dabei entwickelt sich die postaxiale Seite der Extremität acceleriert; diese Beobachtung steht also im Einklage mit den von uns an den Reptilien erlangten Resultaten.

Bei den Urodelen ist die Phalangenformel gewöhnlich kleiner als bei den Anuren, d. h. sie besitzen eine kleinere Zahl von Phalangen: den meisten kommt die Formel 2 2 3 2 an der vorderen, die Formel 2 2 3 3 2 an der hinteren Extremität zu; nur Amblystoma Tschudi zeigt an der hinteren Extremität die Formel 2 2 3 4 2.

Bei den Stegocephaliern finden wir dagegen, dass die Zahl der Phalangen an der postaxialen Seite der Extremitäten grösser ist als an der praeaxialen und die Phalangenformel derjenigen der Anura und der diapsiden Reptilien ziemlich ähnlich ist, besonders in der hinteren Extremität: bei Amphibamus grandiceps, Chelydosaurus wranii, Pelosaurus laticeps, Melanerpeton pusillum, Brachiosaurus amblystomus ist sie in der hinteren Extremität (Baur, '88) 2 2 3 4 3, also derjenigen der Anura änlich; bei Ceraterpeton Galvani war sie aber 2 3 4 4 3, und bei dem permischen Sclerocephalus (Credner) war sie selbst 2 3 4 5 4 (Howes, '00), also ganz dieselbe wie bei den Diapsida. Wir können sagen, das die Stego-

cephalier im allgemeinen eine grössere Zahl von Phalangen besassen als die rezenten Urodela und dass dieser Unterschied in der Phalangenzahl hauptsächlich die postaxiale Seite der Extremitäten betrifft. Uns tritt die Frage entgegen, welcher Zustand der Extremitäten, derjenige der rezenten Urodela mit ihrer kleinen Phalangenzahl oder derjenige der Stegocephala (an welche in dieser Beziehung sich die rezenten Anura anschliessen), als der primitive angesehen werden muss? Ich glaube, dass wir den Zustand der Stegocephala wahrsheinlich als den primitiveren werden bezeichnen müssen, oder dass mit anderen Worten die Hypothese, dass die Vorfahren der urodelen Amphibien an der postaxialen Seite der Extremitäten eine grössere Anzahl Phalangen besassen als die jetzigen Formen und dass der Zustand, welcher für die meisten rezenten Formen der Urodela als typisch angesehen werden muss, durch eine Reduktion der Phalangen an der postaxialen Seite der Extremitäten entstanden ist, richtig ist.

Wenn diese Hypothese richtig ist, so wäre die Acceleration in der Entwickelung der Finger und Zehen der praeaxialen Seite bei den rezenten Urodelen, oder was eigentlich dasselbe ist, die Retardation der Elemente der postaxialen Seite, als Ausdruck der phylogenetischen Reduktion der Strahlen der postaxialen Seite der Extremitäten anzusehen. Mit dieser Erklärung steht die von uns beobachtete Tatsache im Zusammenhange, dass in der hinteren Extremität der untersuchten Urodela, wo die Reduktion der postaxialen Seite weniger ausgeprägt ist als in der vorderen, auch die Retardation der Elemente der postaxialen Seite nicht so stark ist wie in der vorderen, wo die Reduktion weiter vorgeschritten ist. Auch eine andere von uns beobachtete Tatsache, dass nämlich diejenigen urodelen Formen (Siredon), bei welchen die Extremitäten während der Entwickelung Züge primitiver Organisation aufweisen (z. B. diejenigen, bei welchen die Extremitäten in den frühen Entwickelungsstadien eine flossenförmige Gestalt besitzen), auch die Retardation der postaxialen Seite weniger stark ausgeprägt ist: wir können sagen, dass bei ihnen die freien Stralen der postaxialen Seite früher entstehen, d. h. die Entwickelung sich mehr einer homochronen nähert als z. B. bei Triton.

Eine andere Frage ist die, ob diese Deutung, d. h. die Erklärung der Heterochronie in der Entwickelung der Skelettelemente der prae- und der postaxialen Seite der Urodelenextremitäten durch

die Retardation der Elemente der postaxialen Seite infolge der phylogenetischen regressiven Entwickelung dieser Elemente, an sich allein zur Erklärung dieser Prozesse genüge. Man könnte ja auch denken, dass wir es hier nicht nur mit einer retardierten Entwickelung der postaxialen Seite, sondern auch mit einer so zu sagen aktiven Acceleration der praeaxialen Seite zu tun haben: ob dem in der Tat so ist, ist allerdings schwer zu sagen. Zu Gunsten dieser Ansicht könnte man die Beobachtung Goettes anführen, dass die Finger der Tritonenlarven sehr stark in die Länge auswachsen, dass aber die Endabschnitte der terminalen Phalangen sich bei der Metamorphose reduzieren, so dass die Finger sich in dieser Periode wieder verkürzen; die Verlängerung betrifft dabei am stärksten den zweiten und dritten Finger: wenn wir diese Tatsache als eine Anpassung an die Bedingungen des Larvenlebens ansehen, welche der Larve das Klettern zwischen den Wasserpflanzen erleichtert, so könnte man denken, dass die Acceleration in der Entwickelung der praeaxialen Finger und Zehen auch dazu dient, um diese Anpassung schneller zu Funktion zu bringen. Aber leider wissen wir nicht, wie weit die betreffende Erscheinung bei den Urodelen überhaupt verbreitet ist, wie weit wir dieselbe als wirkliche Coenogenese deuten können. Eine bestimmte Antwort auf die gestellte Frage können wir also zur Zeit noch nicht geben. Als die wahrscheinlichste Ursache der Heterochronie in der Entwickelung der beiden Seiten der Extremitäten der Urodela müssen wir also die Retardation der postaxialen Seite infolge der Reduktion der Skelettelemente dieser Seite ansehen.

Die Möglichkeit, dass auch die Acceleration in der Entwickelung der Elemente der praeaxialen Seite dabei (als mitwirkender Faktor) tätig ist, ist keineswegs ausgeschlossen.

Wir haben gesehen, dass diese Heterochronie in der Entwickelung beider Seiten der Urodelenextremitäten einen grossen Einfluss auf die theoretischen Ansichten der Forscher, welche die Frage von der phylogenetischen Entwickelung der Wirbeltierextremitäten behandelt haben, gehabt hat. Die meisten derselben, von Goette bis zu Rabl, haben die Ansicht ausgesprochen, dass die zeitliche Aufeinanderfolge in der Entwickelung der Finger und Zehen und der Elemente des Carpus und des Tarsus so gedeutet werden müsse, dass die Strahlen an der postaxialen Seite des Autopodiums auch phyloge-

netisch später als die der praeaxialen Seite entstanden seien und die Extremitäten der Pentadactylier aus einer wenigstrahligen (drei-, zwei-, oder selbst einstrahligen) Form durch Neubildung der Strahlen an der postaxialen Seite der freien Extremitäten entstanden wären. Bis zu ihren extremen Schlüssen ist diese Ansicht von Rabl durchgeführt.

Unsere Untersuchungen über die Entwickelung des Extremitätenskelettes der Amphibien und Reptilien haben uns zu ganz anderen Schlüssen geführt: auch wir messen der Heterochronie eine phylogenetische Bedeutung bei, da dieselbe unserer Anschauung nach die Folge der progressiven und regressiven phylogenetischen Entwickelung des betreffenden Organs ist; aber nach unserer Ansicht erklärt sich diese Heterochronie nicht durch den Gang der phylogenetischen Entwickelung der gemeinsamen Vorfahren aller Pentadactylier, sondern nur durch die spezielle Phylogenie der Vorfahren dieser oder jener Gruppe der rezenten Formen. Mir scheint, dass wir diese Schlussfolgerung auf keinem Wege umgehen können, da die entgegengesetzte (welche von meinen Vorgängern so oft gemacht worden ist) zu ganz ungeheuerlichen Schlüssen führt. Wenn wir daraus, dass sich bei den Urodelen die Finger und Zehen der postaxialen Seite später anlegen als die der praeaxialen, den Schluss ziehen, dass die Extremitäten sich aus einer ein- resp. zweistrahligen Form durch Sprossung der Strahlen an der postaxialen Seite entwickelt haben, so sehe ich gar nicht ein, warum wir dieselbe Schlussfolgerung nicht auf die anderen Pentadactylier z. B. die anuren Amphibien und die verschiedenen Reptilien ausdehnen sollen, wenn wir bei ihnen gleichfalls eine Heterochronie in der Entwickelung des Extremitätenskelettes nachweisen. Wir müssen dies im Gegenteil tun, wenn wir logisch vorgehen wollen und die angenommene Ansicht als ein wirkliches Erklärungsprinzip, und nicht als eine willkürliche Annahme betrachten wollen, welche wir in dem einen Falle (wo sie uns gerade passt) anwenden, in dem anderen, wo uns dieselbe unbequem erscheint, aber nicht. Wenn wir aber diese Ansicht auf die Anuren und die Mehrzahl der Reptilien, deren Entwickelung uns bekannt ist und bei welchen eben die praeaxiale Seite der Extremitäten eine retardierte Entwickelung aufweist, anwenden wollen, so kommen wir der Analogie nach zu dem Schlusse, dass diese Pentadactylier sich auch aus Formen mit ein- resp. zweistrah-

ligen Extremitäten entwickelt haben, bei welchen aber die Neubildung der Finger- und Zehenstrahlen nicht an der postaxialen, sondern an der praeaxialen Seite der Extremitäten vor sich gegangen ist. Wir müssten also annehmen, dass die Extremitäten der Reptilien und der Anura einerseits, die der Urodela andererseits sich phylogenetisch vollkommen unabhängig von einander entwickelt haben? Wie wäre dann die unverkennbare Aehnlichkeit in der Lage der Skelettelemente der Extremitäten bei diesen Formen zu erklären? Ich werde diese Schlussfolgerungen nicht weiter durchzuführen suchen: sie führen zu so unwahrscheinlichen Resultaten, dass es einem jeden, der keine vorgefasste Meinung in dieser Beziehung hat, klar wird, dass sie von einer falschen Annahme ausgehen, der Annahme nämlich, dass die Heterochronie in der Entwickelung der Finger und Zehen der Ausdruck des primären Entwickelungsganges der Extremitäten der Vorfahren der Pentadactilier sei. Wir haben aber gesehen, dass für diese Erscheinung eine andere, viel wahrscheinlichere Erklärung vorliegt und wir kamen zu dem Schlusse, dass in der Erscheinung der Heterochronie in der Entwickelung der Elemente des Autopodiums keine Gründe für die Annahme, dass die Extremitäten der Urodela sich aus einer wenigstrahligen Form entwickelt haben, vorliegen.

XVII.

Das Extremitätenskelett der Stegocephala und Anura.

A. Stegocephala.

Ueber die Extremitäten der Stegocephala können wir leider wenig sagen, da von dem uns am meisten interessierenden Abschnitt der Extremität (dem Basipodium) infolge seiner knorpeligen Beschaffenheit bei den niedersten Stegocephalen keine paläeontologischen Relikte erhalten geblieben sind.

In Bezug auf das Stylopodium und Zeugopodium haben wir schon früher bemerkt, dass diese Abschnitte bei den Stegocephalen im allgemeinen kurz und dick sind: besonders deutlich tritt dieses

Merkmal bei den niedersten Stegocephalen (Branchiosaurii) hervor. Die Epiphysen der Elemente des Stylo- und Zeugopodiums waren bei diesen Formen knorpelig; bei den höheren Stegocephalen waren diese Teile jedoch verknöchert. Auch die übrigen sogenannten langen Knochen der Extremitäten (Meta- und Acropodium) wurden bei den Stegocephalen durch sehr kurze Elemente repraesentiert. In Bezug auf die langen Knochen der Extremitäten der meisten Reptilen und der Urodela sind wir zu dem Schlusse gekommen, dass der Grössenunterschied zwischen den verschiedenenen Elementen des Skeletts der freien Extremitäten in frühen Entwickelungsstadien kleiner als bei den erwachsenen Formen ist, oder dass mit anderen Worten die Extremitäten in frühen Entwickelungsstadien sich aus gleichartigeren Skelettstücken susammensetzen als im erwachsenen Zustande; auch sind wir zu dem Schlusse gekommen, dass die langen Knochen der Extremitäten bei den niedreen Vertretern der Pentadactylier (primitive Diaptosauria, Chelonia, Urodela) im allgemeinen kürzer sind als bei den höheren Formen dieser Gruppen. Vom diesem Standpunkte aus gesehen, stehen die Stegocephala den Embryonen der Urodela am nächsten und müssen als sehr niedere Formen der Pentadactylier angesehen werden, was mit den übrigen Merkmalen, welche ihre Organisation charakterisieren, vollkommen im Einklange steht. Wie gesagt, ist von dem Carpus und Tarsus der niedersten Stegocephala, ihrer knorpeligen Beschaffenheit wegen, nur wenig bekannt, und darum bieten die Extremitäten von Eryops und Archegosaurus, deren Skelett gut erhalten ist ein besonderes Interesse.

Die Deutung der Elemente des Basipodiums dieser Stegocephalen ist von Baur, Zwick und Emery gegeben; das Basipodium besteht aus einer grossen Anzahl von Elementen und enthält mindestens drei Elemente, welche als Centralia gedeutet werden.

Eryops (Hand).

I	II	III	IV	V
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
	C_2	C_3		
r	C_1(pc)	i	u	pi?
R		U		

Archegosaurus (Hand).

I	II	III	IV	V
c_1	c_2?	c_3?	c_4?	c_5?
phy	C_2	C_3		
r	C_1(pc)	i	u	pi?
R		U		

Archegosaurus (Fuss).

I	II	III	IV	V?
t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
phy + C_2		C_3		
t + C_1 (pc)		i	f	
T			F	

Emery gebührt das Verdienst den Versuch gemacht zu haben, die Elemente des Basipodiums von Archegosaurus und Eryops mit denen der Urodela und der Reptilien zu vergleichen; obenstehende Tabelle giebt die Formeln des Tarsus und Carpus der betreffenden Stegocephala; die Deutung der Elemente ist die von Emery ('98) gegebene; mit einem ? sind diejenigen Elemente, welche nicht erhalten geblieben und nachträglich restauriert sind, bezeichnet.

Die Bezeichnungen sind nach Emery gemacht und entsprechen seiner oben dargelegten Theorie der Extremitäten: C_1 (pc) bedeutet das erste Centrale oder nach der Bezeichnung Emerys das Paracentrale, phy ist das Proshypactinale oder das Carpale (Tarsale) praepollicis (praehallucis). An den Extremitäten der in Rede stehenden Stegocephalen müssen wir folgende Merkmale beachten: die grosse Zahl der diskreten das Basipodium bildenden Elemente (11, 12); im Fuss von Archegosaurus ist diese Zahl kleiner, da Verwachsungen der einzelnen Elemente miteinander eingetreten sind, aber die Spuren dieser Verwachsungen sind noch deutlich zu erkennen (phy—C_2, t_4—t_4, t—C_1 (pc)). Diese Tatsache hat eine besondere Bedeutung für die Beurteilung der Verhältnisse, welche wir bei den rezenten Urodelen finden, und spricht zu Gunsten der Ansicht, dass in den Fällen, wo wir bei diesen letzteren eine grössere Anzahl von Elementen antreffen, z. B. wo zwei Centralia auftreten (Isodactylium, Cryptobranchus etc.), wir es nicht mit Neubildungen, sondern mit atavistischen Merkmalen zu tun haben. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass wir bei Eryops fünf Finger an der vorderen Extremität vorfinden; das spricht jedenfalls nicht zu Gunsten der Ansicht, dass die Tetradactylie der vorderen Extremität der Urodela eine primitive Erscheinung (Rabl) ist. Wie bekannt, besassen die meisten Stegocephala vier Finger an der vorderen Extremität, bei manchen von ihnen findet sich die Finger jedoch auch in

der Fünfzahl (Melanerpeton, Xeraterpeton, Baur '88). Nach den Angaben Fritschs besassen auch Seeleya pusilla 5 Finger an der vorderen Extremität. Von der Zahl der Phalangen der Stegocephalen war schon oben die Rede: wir kamen zu dem Schlusse, dass die Phalangenformel wahrscheinlich derjenigen der Diapsiden nahe stand. Ein gewisses Interesse verdient die Frage von der Länge der Metacarpalia, der Metatarsalia und der Phalangen: im allgemeinen sind die Metacarpalia bei den niedersten Stegocephala sehr kurz, gleich lang oder nur wenig länger als die proximalen Phalangen; bei Melanerpeton pulcherium ist die Kürze der Metacarpalia besonders in die Augen fallend. Auch der Längenunterschied zwischen den einzelnen Metacarpalien ist bei den niedersten Stegocephalen nur sehr unbedeutend. Die Metatarsalia sind im allgemeinen etwas länger als die entsprechenden Metacarpalia und die Metatarsalia der dritten und vierten Zehe etwas länger als die anderen; diese Längenunterschiede sind aber nicht sehr bedeutend. Wenn wir bedenken, dass die Stegocephala, speziell die Branchiosauridae, die ältesten uns bekannten Pentadactylier sind, so stimmen diese Tatsachen vollkommen mit dem von uns auf Grund der Untersuchung der Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Reptilien gewonnenen Schlussfolgerung überein, dass nämlich die Kürze und Gleichartigkeit der Skelettelemente der Extremitäten ein Merkmal primitiver Organisation der pentadactylen Extremität darstellen. An dieser Stelle werden wir nicht in die Einzelheiten der Schlussfolgerungen, welche aus dem Bau der bekannten Extremitäten der Stegocephala in Bezug auf die Phylogenie der pentadactylen Extremitäten gezogen werden können, eingehen; wir müssen aber betonen, dass wir bei diesen sehr alten permischen Amphibien Extremitäten begegnen, deren Basipodium aus einer grossen Anzahl von diskreten Skelettstücken bestand. Nach der Ansicht, dass die pentadactylen Extremitäten sich aus einer oligodactylen Form entwickelt haben, müssten wir gerade das entgegengesetzte erwarten. Doch stimmen die geschilderten Tatsachen im Gegenteil vollkommen mit der Ansicht überein, dass die Extremitäten der Pentadactylier sich aus einer kompliziert gebauten Extremitätenform, welche aus einer grossen Anzahl von mehr oder weniger gleichartigen Skelettelementen bestand, durch allmähliche Reduktion der Zahl der Elemente entwickelt haben. Den Anfang einer solchen Verminderung der Elemente des Basipodiums

durch Verwachsung der einzelnen Komponenten finden wir, wie es scheint, in der hinteren Extremität von Archegosaurus. Diese Schlussfolgerung stimmt auch mit den Schlüssen, zu welchen wir auf Grund der Entwickelung der Reptilienextremitäten gelangt sind, überein.

B. Anura.

Die Morphologie der Extremitäten der anuren Amphibien bietet für die Extremitätenfrage ein besonderes Interesse, seit die Untersuchungen Emery's ('94) eine bisher ungeahnte Kompliziertheit des Baues des Carpus gezeigt haben. Die hintere Extremität der Anura, welche in mancher Hinsicht einen stark spezialisierten Bau besitzt, hat für uns, abgesehen von der Praepollexfrage, viel weniger Interessantes. Ohne auf eine ausführliche Darstellung der Ansichten der älteren Forscher, welche über den Bau der Anurenextremitäten gearbeitet haben, einzugehen (eine gute Zusammenstellung ihrer Ansichten ist von Braus ('05) in Hertwigs Lehrbuch etc., gegeben) gebe ich in den folgenden Formeln die Resultate der Untersuchungen Emery's über Pelobates wieder.

Pelobates fuscus.

Embryo [1]).

I	II	III	IV	
c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
N	C_1 C_2			
	r	i	u	pi.
	R		U	

Erwachsen.

I	II	III	IV
c_1	c_2	c_3	c_4—c_5
N	C_1	C_2	
	r	i	u—pi.
	R		U

Man sieht, dass das Element, welches von Gegenbaur als Ulnare aufgefasst wurde, von Emery als ein komplexes Element, Ulnare + Pisiforme angesehen wird; dem Radiale Gegenbaurs entspricht der Komplex Radiale—Centrale—Intermedium, das Carpale 3 Autorum

---

[1]) Bei der Zusammenstellung dieser Diagramme wurde die Heterochronie in der Entwickelung der einzelnen Skelettelemente nicht berücksichtigt.

enthält nach Emery zwei Elemente (Carpale 3 und Centrale 2); das Carpale 4 Autorum endlich entspricht nach Emery den Carpalia 4—5. Nach Emery besteht also der Carpus von Pelobates embryonal mindestens aus 11 diskreten Elementen.

Infolge der Dürftigkeit der Angaben über die Entwickelung der Anurenextremitäten wandte ich mich an einen meiner Schülern, Herrn I. I. Schmalhausen mit der Bitte, die Entwickelung des Extremitätenskeletts dieser Tiere embryologisch zu untersuchen. Demzufolge hat Herr Schmalhausen das entsprechende embryologische Material in der Umgegend von Kiew gesammelt und folgende Formen untersucht: Rana temporaria, Pelobates fuscus, Hyla arborea, Bufo variabilis, Bombinator igneus. Ich muss bemerken, dass er eine ausserordentlich grosse Anzahl von Stadien untersuchte und dass sein Material in vorzüglicher Weise fixiert war; die Serien wurden sehr gut orientiert, gefärbt und geschnitten. Die Arbeit von I. I. Schmalhausen wird, wie ich hoffe, bald dem Drucke übergeben; an dieser Stelle teile ich, mit Erlaubniss des Autors, einige von seinen Resultaten nach dem Manuskript mit und führe vier von seinen Rekonstruktionen an (Textfig. 31—34).

Ebenso wie Emery findet Schmalhausen, dass im Carpus der Anura sich in den frühen embryonalen Entwickelungsstadien eine grosse Anzahl von Elementen anlegt; aber in den einzelnen tatsächlichen Befunden und demnach auch in der Deutung seiner Beobachtungen weicht er in mancher Beziehung von erstgenantem Autor ab. Ebenso wie Emery findet Schmalhausen an der ulnaren Seite des Carpus zwei proximale Elemente, nämlich das Ulnare (u) und das Pisiforme (pi), welches palmar vom Ulnare liegt und später mit dem Ulnare verwächst (Fig. 31, 32, 34). Auserdem legt sich aber bei Rana median vom Ulnare (u) und proximal von dem For. mesopodii (Fig. 33) ein Element an, welches nur als Intermedium gedeutet werden kann: in frühen Entwickelungsstadien ist dieses Element selbständig, später verwächst es mit dem Ulnare; bei den übrigen untersuchten Anura findet Schmalhausen keine selbstständige Anlage des Intermediums, doch bildet sich bei ihnen ein Auswuchs des Ulnare, der genau die Lage des selbstständigen Intermediums von Rana einnimmt und sich gewöhnlich später als das Ulnare anlegt; dieser Auswuchs ist sehr deutlich bei Hyla (Fig. 34), Bufo und Bombinator, weniger deutlich bei Pelobates (Textfig. 31, 32)

ausgebildet. Bei den erwachsenen Anuren besteht also an der ulnaren Seite des Carpus ein Komplex aus drei, in frühen Stadien wohl unterscheidbaren Elementen, das Ulnare—Intermedium—Pisiforme. Auch an der radialen Seite der Extremität der Anura verläuft die Entwickelung der proximalen Elemente des Carpus nach den Beobachtungen Schmalhausens etwas anders, als sie von Emery geschildert

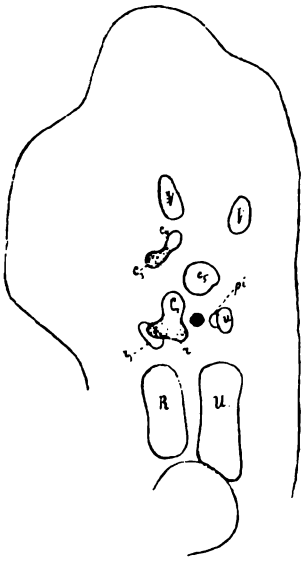


Fig. 31. Pelobates fuscus, Embryo. Rekonstruktion der vorderen Extremität (Schmalhausen).

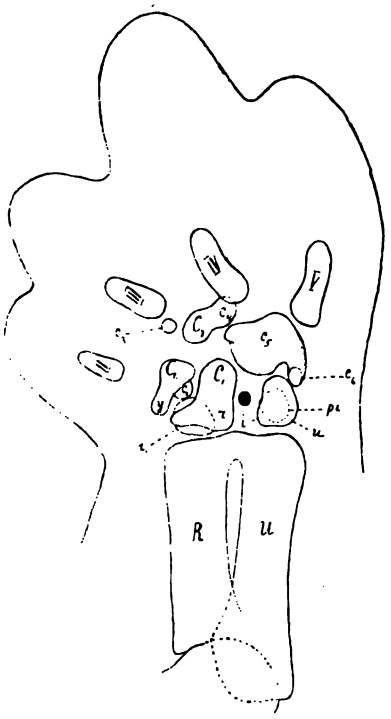


Fig. 32. Pelolates fuscus, Embryo. Rekonstruktion der voderen Extremität eines etwas älteren Stadium (Schmalhausen).

worden ist: lateral vom For. mesopodii legt sich bei Pelobates ein grosses Element an, welches eine eigentümliche hammerförmige Gestalt besitzt (Textfig. 31, 32 C_1—r). Der proximale Abschnitt dieses Elements (r) entwickelt sich etwas später als der distale (C_1), so dass in den frühen Entwickelungsstadien nur der distale runde Abschnitt (C_1) besteht. Schmalhausen hält dieses Element (welches sich seiner Bildung nach von den anderen Carpalia unterscheidet)

für ein komplexes Element, nämlich für das Radiale + Centrale proximale, welche nicht mehr zu einer diskreten Anlage kommen und sich im Zusammenhang miteinander (wie wir es bei den Centralia der Chelonier, dem Centrale und Astragalus der Autosaurier etc. gesehen haben) entwickeln; das proximale Element hält er für ein Radiale (r), das distale für ein Centrale proximale (C_1). Dieselbe Anlage, in der die beiden sie zusammensetzenden Elemente noch unterscheidbar sind, findet er auch bei den anderen von ihm untersuchten Anuren vor (vergl. Textfig. 33, 34 r—C_1). Lateral

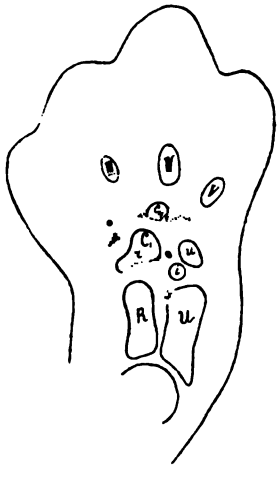


Fig. 33. Rana temporaria, Embryo. Rekonstruktion der vorderen Extremität (Schmalhausen).

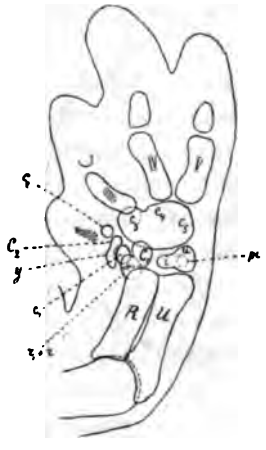


Fig. 34. Hyla arborea, Embryo. Rekonstruktion der vorderen Extremität (Schmalhausen).

und palmar von diesem Komplex r—C_1 legt sich bei Pelobates ein selbstständiges proximales Carpale an (Textfig. 31, 32 r_1), das Schmalhausen als ein Radiale externum bezeichnet. Diese drei Elemente bilden in späteren Entwickelungsstadien einen radialen Komplex, welcher also nach Schmalhausen aus drei Elementen, dem Radiale, dem Radiale externum und dem Centrale 1 oder proximale besteht.

Emery findet im Naviculare Autorum nur ein einziges Element, das er mit dem Carpale praepollicis homologisiert; Schmalhausen, welcher sehr nahe aufeinander folgende Stadien untersuchte, gelang es die komplexe Natur auch dieses Elementes zu bewei-

sen: er findet nämlich, dass in frühen Entwickelungsstadien *sich zwei diskrete Elemente an Stelle des künftigen Naviculare anlegen*; das eine von diesen Elementen bezeichnet er, infolge der Beziehungen desselben zu dem rudimentären ersten Finger, als ein Carpale 1 (Fig. 31—34, c_1); das zweite Element hat eine eigentümliche Form: es besteht aus einem dicken Kopf und einem dünneren Stiel (C_2—y). Den Teil C_2 hält Schmalhausen für ein Centrale 2, der Stiel (y) ist seiner Ansicht nach vielleicht ein Element des Praepollex, welches nicht mehr zu einer diskreten Anlage kommt.

Um die Resultate Schmalhausens mit denjenigen seiner Vorgänger zu vergleichen, führe ich die von Braus ('05) zusammengestellte Tabelle der von den verschiedenen Autoren anerkannten Homologien, in welche die Resultate Schmalhausens [1]) eingetragen sind, an.

Ulnare	Radiale	Centrale	Gegenbaur, Jungersen, Hoffmann, Wiedersheim u. a.
Ulnare	Intermedium	Radiale	Cuvier, Duges, Ecker, Born, Perrin, Zwick.
Ulnare	Radiale	Centr. praeaxiale	Howes und Rigewood.
Ulnare	Radiale + Centrale + Intermedium	Carpale des Praepollex	Emery.
Ulnare + Pisiforme + Intermedium	Radiale + Rad.-extern. + Centrale 1.	Centrale 2 + Elem. y + Carpale distale 1	Schmalhausen.

Was die Existenz eines distalen Centrale (Centrale 2 Emery's) anbetrifft, so bestetigt Schmalhausen die Beobachtungen Emery's, betont aber, dass dieses Element sich bei Pelobates nicht unabhängig von dem Carpale 4 anlegt (Fig. 32, C_3, 4). Auch in den Bezeichnungen der Finger der Anurenextremität besteht ein nicht unbedeutender Unterschied zwischen Emery und Schmalhausen: den

[1]) Von ihm selbst zusammengestellt.

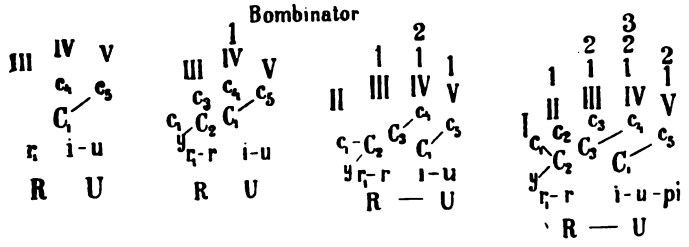
radialen rudimentären Finger hält Emery für einen Praepollex und stellt folgende Bezeichnungen der Finger auf: Praepollex, I, II, III, IV, und rudimentäres Carpale 5, den letzten Rest des fünften Fingers der Anura. Schmalhausen kommt auf Grund der ganzen von ihm sehr eingehend erforschten Entwickelung der Anurenextremität zu dem Schluss, dass die Reduktion bei den Anuren an der radialen Seite der Extremität vor sich geht und bezeichnet die Finger folgendermassen: Praepollexelement (y), I, II, III, IV, V und Carpale postminimi (= Carpale 5 Emery). Ohne auf eine genauere Besprechung der weiteren Resultate der Untersuchungen Schmalhausens, die, wie ich hoffe, in seiner ausführlichen Arbeit bald veröffentlicht werden, einzugehen, führe ich die Resultate seiner Beobachtungen in der in dieser Arbeit angenommenen Form von kurzen Formeln, welche dem Leser das Verständniss der soeben ganz kurz mitgeteilten Tatsachen erleichtern sollen, an. Um die allgemeinen Resultate der Arbeit Schmalhausens, die sich auf ein sehr reiches, in vorzüglicher Weise fixiertes embryologisches Material stützt und infolgedessen ein besonderes Interesse beansprucht, genügend zu würdigen, muss der Leser das Erscheinen der Originalabhandlung Schmalhausens abwarten [1]).

Aus den Untersuchungen Schmalhausens können wir einen für uns sehr wichtigen Schluss ziehen, dass nämlich bei den Anuren die Extremität einen sehr komplizierten Bau besitzt, d. h. dass sie in frühen Entwickelungsstadien aus vielen Elementen besteht; wir können nicht weniger als 11 diskrete Elemente (r_1, $r—C_1$, $C_2 + y$, i, u, pi, c_1, c_2, c_3, $C_3—c_4$, $c_5—c_6$) im Carpus unterscheiden, wahrscheinlich aber, da es fast sicher erscheint, dass sich in früheren phylogenetischen Stadien das Centrale 3 (Schmalhausens, Centrale 2 Emery) als ein selbstständiges Element anlegte und die Carpalia 5 und 6 und Radiale und Centrale proximale auch diskrete Bildungen waren, eine noch grössere Anzahl von Skelettstücken, mindestens etwa 14. Diese Skelettelemente sind in der Ontogenie der Anuren in verschiedenem Grade erhalten geblieben, aber die allgemeine Entwickelungsrichtung der Skelettelemente der vorderen Extremität ist vollkommen deutlich, sie strebt von einem primären kom-

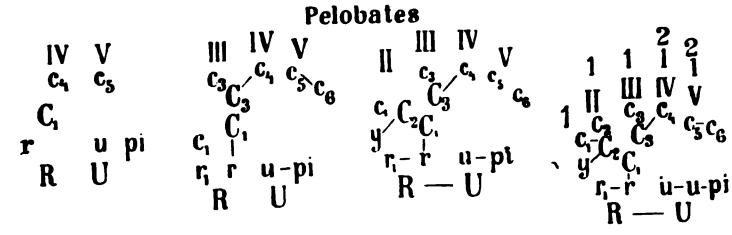
---

[1]) Während des Druckes der vorliegenden Arbeit erschien im Anatomischen Anzeiger 1907 die vorläufige Mitteilung Schmalhausens.

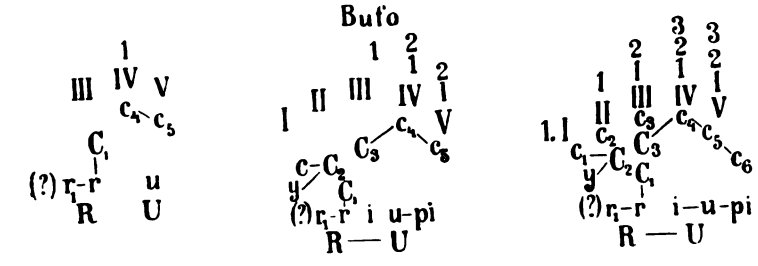
Bombinator



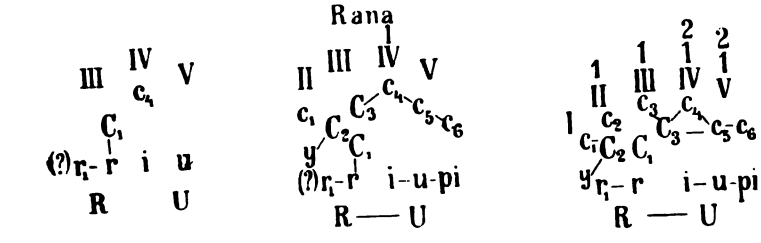
Pelobates



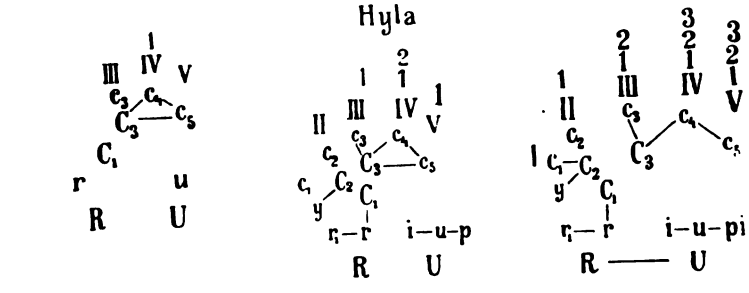
Bufo



Rana



Hyla



plizierten Zustande einem einfacheren, weniger komplizierten zu, was dadurch erreicht wird, dass die diskret sich anlegenden Skelettelemente im Laufe der Ontogenie reduziert werden und mit ihren Nachbarteilen verwachsen, wodurch anstatt der diskreten Elemente komplexe Skelettstücke gebildet werden. Wir finden also dieselbe Entwickelungsrichtung, welche wir bei den Reptilien mehr als ein Mal konstatieren konnten. Dieser Schluss, welcher auf eingehenden embryologischen Untersuchungen basiert, bekräftigt unsere früher aufgestellte Schlussfolgerung, dass der Extremitätenbau, den wir bei einigen Urodelen (Cryptobranchus, Isodactylium etc.) und den Stegocephalen antreffen, d. h. die Zusammensetzung des Basipodiums aus einer grossen Anzahl von Skelettstücken, eine primitive Erscheinung ist, dass aber bei den meisten rezenten Urodela eine sekundäre Reduktion der Carpalia und Tarsalia stattgefunden hat, was mit der Reduktion der Finger und Zehen bei diesen Formen im Zusammenhange steht.

Sehr interessant erscheint die Tatsache, dass bei den Anuren Reste der überzähligen Randstrahlen der Extremität erhalten geblieben sind (Praepollex, Postminimus); Schmalhausen hat die Entwickelung der hinteren Extremität der Anura ebenfalls verfolgt und nach seinen Untersuchungen kann der Prachallux derselben nur als rudimentärer, früher wohl entwickelter Randstrahl gedeutet werden; wie wir gesehen haben, deutet er auch in der vorderen Extremität das Element y als einen Rest des Praepollex. Weiter ist von ihm die Existenz eines überzähligen Carpale (Carpale 6 = Carpale 5 Emery's) bestätigt worden; ich muss bemerken, dass ich mich dieser Deutung anschliessen muss und die von Gegenbaur zuerst angenommene Homologisierung der Finger der vorderen Extremität der Anura für vollkommen richtig halte; demnach glaube ich, dass wir wirklich bei den Anuren einen Rest des sechsten (wenn wir den Praepollex mitrechnen, des siebenten) Fingers in Gestalt eines typischen Carpale 6 vorfinden. Ohne mich auf eine detaillierte Besprechung der Bedeutung dieses Elements einzulassen, muss ich den Leser daran erinnern, dass bei den Urodelen auch rudimentäre Elemente an der postaxialen Seite der Extremität gefunden worden sind (Kherer, Wiedersheim), welche wahrscheinlich die letzten Reste eines postaxialen Randstrahles darstellen.

Zum Schlusse möchte ich bemerken, dass die Lage der rudimen-

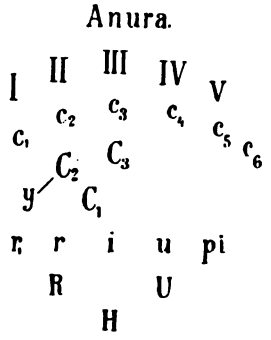
tären Skelettstücke, sowohl an der postaxialen, als an der praeaxialen Seite der Extremität eine sehr variable ist, was uns jedenfalls nicht verwundern muss, wenn wir in Betracht ziehen, dass dies meistens in Atrophie begriffenen Gebilde sind, welche ihre funktionelle Bedeutung meist schon eingebüsst haben. Aber eben diese Variabilität macht es schwierig die Bedeutung der einzelnen Randstücke bei den verschiedenen Gruppen der Reptilien und Amphibien genau festzustellen, z. B. dieses Element als ein Carpale proximale, jenes, etwas weiter distal liegende als Carpale distale etc. zu deuten; bei solcher Homologisierung ist jedenfalls grosse Vorsicht und eine ausgedehnte Nachuntersuchung der bereits bekannten Tatsachen geboten.

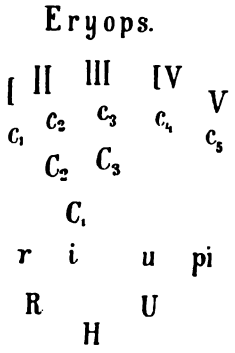
Diese Vorbehalte beziehen sich allerdings nicht auf die allgemeine Deutung der Randelemente der Tetrapodaextremitäten; die Häufigkeit ihres Vorkommens, ihr Vorhandensein bei fast allen Hauptgruppen der Tetrapoda, ihr deutlich ausgeprägter regressiver Charakter, die Art und Weise, wie die Randelemente der Extremitäten der Tetrapoda atrophieren (in den Fällen, wo wir eine solche Atrophie mit Sicherheit nachweisen können), all' dies scheint mir keine andere Deutung der Randelemente des Autopodiums (Praepollex s. -hallux, Postminimus), als nur als Reste eines praeaxialen und eines postaxialen Strahles, welche früher wohl entwickelt waren, zuzulassen; damit stelle ich mich in dieser viel diskutierten Frage auf Seiten derjenigen, welche annehmen, dass die pentadactyle Extremität sich aus einer Extremität mit einer grösseren Anzahl von Strahlen, zunächst aus einer heptadactylen Form, entwickelt hat. Die Frage, ob diese vielstrahlige Extremität bei den fischähnlichen Vorfahren der Tetrapoda oder bei den Tetrapoda selbst entwickelt war, lasse ich einstweilen offen.

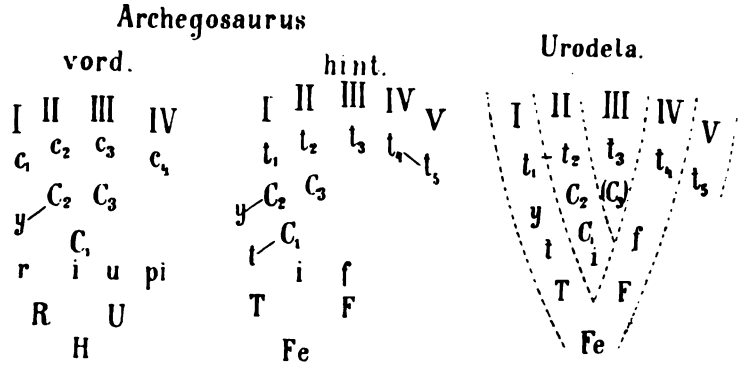
Wenn wir die Urodela, Anura und Stegocephala miteinander vergleichen und uns eine Vorstellung über den Bau der anzestralen Amphibienextremität bilden wollen, so erscheinen uns die Tatsachen nach dem soeben Dargelegten in einem ganz anderen Lichte, als sie von den neuesten Autoren, die sich über die Phylogenie der Amphibienextremitäten ausgesprochen haben, aufgefasst worden sind. Von

den neueren Forschern wurde meist angenommen, dass die Extremitäten der Amphibien sich aus einer wenigstrahligen (ein- resp. zweistrahligen) Form, die wenig Elemente enthielt, entwickelt haben; diese Auffassung ist, wie wir gesehen haben, dadurch zu erklären, dass die Schlussfolgerungen ausschliesslich auf den Befunden bei den Urodelen basierten. Wir haben aber gesehen, dass die Urodela in der Entwickelung ihrer Extremitäten neben sehr primitiven Merkmalen (strahlenartige Anordnung der Elemente etc.) auch Merkmale, die lediglich durch Reduktion erklärt werden können, zeigen. Jedenfalls passt die Tatsache, dass die Extremitäten der permischen Stegocephalier einen komplizierten Bau besassen, mit der Ansicht schlecht zusammen, dass die rezenten Urodela wirklich primitiv gebaute Extremitäten besitzen. Die Untersuchungen Schmalhausens an den Anuren zeigen uns eine unverkennbare Aehnlichkeit zwischen der *embryonalen* Extremität der Anura und den Extremitäten von Eryops und Archegosaurus, bei diesen letzteren fehlen jedoch einige Elemente, welche bei den Anuren embryonal erhalten geblieben sind. Die Entwickelung der Anurenextremität weist deutlich auf die Richtung, in der die phylogenetische Entwickelung vor sich gegangen ist, hin: das komplizierte, aus einer grossen Anzahl von Elementen bestehende Basipodium ist der primäre, das einfachere, durch Reduktion und Verwachsung der einzelnen Elemente untereinander entstandene—der neuere Zustand.

Die nebenstehenden Diagramme veranschaulichen unsere Auffassung der Homologien der Elemente der Amphibienextremitäten:







Aus diesen Diagrammen lässt sich leicht ersehen, in welcher Beziehung die Extremität der Embryonen der Anura komplizierter ist als die der ausgestorbenen Stegocephalier: bei Eryops und Archegosaurus waren die Randelemente, nämlich das Radiale externum (r_1) und das Carpale distale 6 (c_6) nicht vorhanden (oder dieselben haben sich nicht erhalten); es ist nicht schwer die Homologie der drei zentralen Elemente des Basipodiums bei den Anura und bei Eryops und Archegosaurus festzustellen, da sie in beiden Gruppen eine annähernd gleiche Lage besitzen: das proximale Centrale (C_1) liegt in der Nähe des Intermediums (vergl. seine Entwickelung bei den Urodela), von den Centralia distalia liegt das eine dem Carpale s. Tarsale distale 2 (C_2), das andere dem Carpale s. Tarsale distale 3 (C_3) gegenüber. Eine grössere Schwierigkeit für die Homologisierung bietet das Element, welches Schmalhausen durch y bezeichnet; mir scheint, dass es dem Element von Archegosaurus, das Emery als Proshypactinale anspricht, entsprechen könnte. In der hinteren Extremität von Archegosaurus ist es wie bei den Anuren mit dem Centrale verschmolzen; seiner Lage in der vorderen Extremität von Archegosaurus nach glaube ich aber nicht, dass es, wie Emery annimmt, ein Element des Praepollex sein kann. Viel eher könnte man es als ein zu derselben Kathegorie wie die Centralia distalia gehörendes Element auffassen und es als ein zwischen dem Radiale und dem Carpale distale 1 liegendes Element des Radiusstrahles ansehen. In Bezug auf das Diagramm, das die hypothetische anzestrale Form der rezenten Urodela darstellt, muss ich Folgendes bemerken: auf Grund der embryologischen Untersuchungen habe ich

die strahlenartige Anordnung der Elemente des Zeugo-, Basi- und Metapodiums eingetragen; bei den Embryonen der Anura treffen wir keine solche strahlenartige Anordnung an. Das Centrale 3 (C_3) kommt nur als individuelle Variation (Cryptobranchus, Baur) vor; der Analogie der Lage dieses Elements mit dem ihm entsprechenden Element bei den Stegocephala und Anura nach kann man annehmen, dass es bei den Vorfahren der Urodela wohl entwickelt war. Ich homologisiere das Tarsale commune der Urodela (nach den Befunden bei Triton) mit den zusammengeflossenen Tarsalia distalia 1 und 2 und halte demnach das Tarsale distale 1 (Carpale) für ein Homologon des Elementes y von Archegosaurus und den Anura, also für ein randständiges Centrale; wie bereits bemerkt, halte ich diese Homologisierung nicht für eine bewiesene Tatsache, sondern nur für eine Hypothese.

XVIII.

Vergleichung des Extremitätenskeletts der Amphibien mit dem der Reptilien.

Bei unseren phylogenetischen Betrachtungen über die Entwickelung der pentadactylen Extremitäten gehen wir von der Untersuchung des Cheiropterygiums aus; aus der Litteraturübersicht haben wir gesehen, dass manche Forscher schon diesen Weg beim Aufbau der verschiedenen Extremitätentheorien betreten haben. Der Unterschied zwischen mir und meinen Vorgängern besteht darin, dass ich bei diesen Betrachtungen nicht von einer einzigen Gruppe der Tetrapoda, welche als die primitivste angesehen wird (z. B. von den Urodela), sondern von der Vergleichung sämmtlicher Gruppen der niederen Tetrapoda (sämmtliche Amphibien und Reptilien) ausgehe und, insofern es möglich ist, die Ergebnisse der embryologischen, vergleichend-anatomischen und palaeontologischen Forschung zusammenstelle.

Man könnte die Frage von der Richtigkeit dieser Methode aufwerfen und bezweifeln, ob man die Reptilien bei dem Versuch eine Hypothese über den Ursprung der pentadactylen Extremitäten auf-

zustellen mit in Betracht ziehen könne. Einige Forscher, z. B. Rabl, glauben, dass dies nicht zulässig sei, und nehmen als bewiesen an, dass die Reptilien im Vergleich mit den urodelen Amphibien so wenig primitive Merkmale beibehalten haben, dass es nicht mehr möglich ist, die bei der Untersuchung ihrer Extremitäten erlangten Resultate für den Aufbau einer Hypothese über den Ursprung der pentadactylen Extremitäten im allgemeinen zu verwerten. Demnach müssten wir uns bei dem Versuch, die Frage von der phylogenetischen Entwickelung des Cheiropterygiums aus dem Ichtyopterygium zu lösen, lediglich an die Amphibien und selbst unter diesen letzteren nur an die niedersten Formen (Urodela) halten.

Meiner Meinung nach ist diese Fragestellung nicht richtig. Man kann sich mit vollem Rechte fragen, ob die rezenten Urodela wirklich in allen ihren Merkmalen so primitiv sind, wie man es gewöhnlich annimmt? Welche Garantien besitzen wir, dass auch sie wie die meisten rezenten Formen bei ihrer Evolution keine sekundären Veränderungen erfahren haben? Ist es andererseits wirklich eine bewiesene Tatsache, dass die Reptilien so sehr abgeändert sind, dass man sie für die Frage von der Phylogenie des Cheiropterygiums nicht mehr verwerten kann? Ich glaube, dass diese Behauptungen keinegswegs als bewiesen angesehen werden können. Allerdings muss man zugeben, dass die Reptilien ihrer Organisation nach in vielen Beziehunen höher stehen als die Amphibien, speziell die Urodela. Aber es ist eine bekannte Tatsache, dass oft hochstehende Formen neben stark progressiv entwickelten Merkmalen auch solche sehr primitiver Organisation beibehalten: man kann nicht unbedingt aus der allgemeinen Organisationshöhe einer Tierform auf die Höhe der Organisation der einzelnen Organe schliessen, da die progressive Entwickelung einer Tierform meistenteils von der ausgesprochen progressiven Entwickelung eines oder mehrerer Organsysteme abhängt, wobei die anderen Organsysteme nur wenig oder gar nicht berührt werden, d. h. statisch bleiben, oder nur sehr wenig progressieren. Bei den Reptilien sind z. B. die Organe des embryonalen Kreislaufs und der Atmung im Vergleich zu den urodelen Amphibien stark progressiv entwickelt, im Skelett dagegen finden wir neben Merkmalen, welche auf eine höhere Entwickelunsstufe hinweisen, solche, welche, auf einen primitiveren Zustand als denjenigen, welchem wir bei rezenten Urodela begegnen, deuten.

Wenn wir die Entwickelung der Extremitäten der Urodela und der Reptilien miteinander vergleichen, so finden wir bei den letzteren eine Reihe von sehr primitiven Merkmalen, welche bei den Urodela bereits nicht mehr vorkommen. Erstens sehen wir, dass die Form der embryonalen Extremitäten der Reptilien derjenigen der Embryonen der Selachier und Knorpelganoiden sehr ähnlich ist, was wir in Bezug auf die höckerförmigen Extremitäten der Urodelenembryonen keineswegs sagen können.

Auch in der Seitenfalte der embryonalen Extremitäten der Reptilien finden wir eine Bildung, welche bei den Fischen weit verbreitet ist, bei den Urodela dagegen verloren gegangen ist. Die Bildung der metameren Muskelsprosse und -knospen, aus welchen sich die Muskulatur der freien Extremitäten der Reptilien entwickelt, ist gleichfalls ein wichtiges Merkmal primitiver Organisation, welches für die Entwickelung der Extremitäten der Fische sehr charakteristisch ist und bei den bis jetzt untersuchten Urodelen, wo sihc die Muskulatur und das Skelett der Extremitäten aus einer einheitlichen mesenchymatösen Anlage herausdifferenziert, nicht vorkommt; bei den Reptilien ist es dagegen vorhanden. All' dieses (ebenso wie manche andere Merkmale der Organisation der Urodelenextremitäten) weist ganz unzweideutig darauf hin, dass die Entwickelung der Urodelenextremitäten im Vergleich zu derjenigen der Reptilia in mancher Beziehung eine sekundär abgekürzte ist, d. h. dass in der Ontogenie der Extremitäten der Reptilien sich eine ganze Reihe von Merkmalen primitiver Organisation, welche bei den Urodela verloren gegangen sind, erhalten haben.

Dabei muss ich ausdrücklich bemerken, dass ich damit keineswegs in Abrede stelle, dass die Extremitäten der Urodela auf einer niedrigen Entwickelungsstufe stehen: ich will nur das ausdrücken, was ich sage, dass nämlich ihre Ontogenie im Vergleich zu derjenigen der Reptilien eine abgekürzte ist und dass die primitiveren Repräsentanten der Reptilien ebenfalls auf einer sehr tiefen Entwickelungsstufe stehen. Wenn wir die palaeontologischen Befunde in Betracht ziehen, so finden wir, dass die Reptilien palaeontologisch recht früh auftreten und dass deren älteste Vertreter viele Züge gemeinsame mit den ältesten bekannten Tetrapoda, den Stegocephalen, aufweisen.

Dem Allen nach glaube ich, dass wir durchaus im Recht sind

bei Aufstellung einer Hypothese über die phylogenetische Entwickelung der Extremitäten der Tetrapoda sowohl die Reptilien, als auch die Amphibien in den Kreis unserer Betrachtungen zu ziehen. Dabei nehme ich an, dass die Extremitäten der primitiveren Formen unter den Reptilien und den Amphibien sich schon recht früh differenziert haben und in ihrem Bau und Entwickelung zum Teil gemeinsame, zum Teil verschiedene Züge der anzestralen, nach dem Ichtyopterygiumtypus gebauten Extremitäten ihrer Vorfahren beihalten haben [1]).

In den vorhergehenden Abschnitten haben wir die Anatomie und die Entwickelung des Skeletts der Extremitäten der Hauptgruppen der Amphibien und Reptilien besprochen. Bevor wir zu theoretischen Schlüssen allgemeinerer Natur übergehen, müssen wir die Skelettelemente dieser beiden Hauptgruppen miteinander vergleichen und die einzelnen Skelettstücke, soweit es möglich ist, miteinander homologisieren, was, wie wir sehen werden, eine keineswegs leichte Aufgabe ist, wenn wir die Homologisierung der einzelnen Elemente des Carpus und Tarsus vornehmen.

Die Homologisierung der Elemente des Stylo- und Zeugopodiums der Amphibien und Reptilien können wir allerdings als gesichert ansehen: so viel ich weiss, wurden von keiner Seite Zweifel gehegt, dass der Humerus (Femur), Radius und Ulna (Tibia und Fibula) der Amphibien den gleichnamigen Elementen der Reptilienextremitäten entsprechen.

Viel schwieriger ist die Homologisierung der Elemente des Carpus und Tarsus der Reptilien und Amphibien, da in letzter Zeit sehr ernste Zweifel an der Richtigkeit der frühen allgemein angenommenen, von Gegenbaur stammenden Homologisierung dieser Elemente aufgeworfen wurden. Die Ansichten der verschiedenen Forscher bis 1894 über die Homologie der Elemente des Carpus und Tarsus bei den Pentadactyliern sind in vorzüglicher Weise von Bardeleben zusammengestellt worden. Der Streit dreht sich hauptsächlich um die Frage von dem Vorhandensein und der Bedeutung der überzähligen Randstrahlen der Extremitäten, des sogenannten

---

[1]) Allerdings werden wir unseren Ausführungen hauptsächtlich die vorderen Extremitäten der Reptilien, welche, wie wir gesehen haben, einen primitiveren Bau aufweisen, zu Grunde legen.

Praepollex (Praehallux) und Postminimus. Wie bekannt, rechnete Gegenbaur die auf der radialen und auf der ulnaren Seite des Carpus auftretenden Elemente (unser Radiale externum und das Pisiforme) nicht zu den kanonischen Elementen der pentadactylen Extremität, und sah in ihnen Neubildungen, denen keine phylogenetische Bedeutung zukommt (Accessoria). Seine Deutung des Pisiforme als einen unansehnlichen Rest einer reicheren Gliederung ('70) lies er bald fallen. Auch in der letzten Ausgabe seines Lehrbuches betrachtet er das Pisiforme als eine Neubildung.

Dieser Auffassung, nach der der primitive Carpus aus 10 kanonischen Elementen besteht (r, i, u, C_1, C_2, c_1, c_2, c_3, c_4, c_5), steht eine andere, deren Verfechter hauptsächlich Bardeleben gewesen ist, gegenüber. Bei verschiedenen höheren Wirbeltieren wurden Bildungen, welche als Reste eines früher wohl entwickelten Praepollex und Postminimus aufgefasst wurden, vorgefunden. Entsprechende Bildungen wurden auch bei den Reptilien und den Amphibien gefunden und als Urform der jetzigen pentadactylen Extremität der Tetrapoda wurde eine hypothetische heptadactyle Extremität, an welcher bei der phylogenetischen Entwickelung die Randstrahlen verloren gegangen sind, angesehen. Nach Bardelebens Untersuchungen über die Muskeln der randständigen Elemente bei den Säugern sind vom Praepollex (-hallux) und Postminimus nur die Reste distaler Teile (Metacarpalia, Phalangen, vielleicht Carpalia distalia) erhalten geblieben. Ich sehe von einer detaillierten Wiedergabe der verschiedenen dieses Problem behandelnden Arbeiten ab und verweise auf die schon erwähnte, sehr ausführliche Zusammenstellung Bardelebens ('94) und die neuere Besprechung derselben Fragen durch Braus in Hertwigs Lehrbuch etc. ('05). Betonen möchte ich aber die Tatsache, dass bei der Besprechung der Praepollexfrage bis zu 1894 die Beziehungen der Elemente der Randstrahlen zu den proximalen Elementen der Extremität wenig Beachtung fanden, d. h. die Frage, wie sich die Randstrahlen zu den proximalen Strahlen, den Elementen des Zeugopodiums verhalten, ob sie die Fortsetzung derselben bilden oder ob die seriale Fortsetzung der Ulna und des Radius durch die kanonischen Randstrahlen (1-ten und 5-ten Finger) repraesentiert werde, wurde sehr wenig in Betracht gezogen. Eine bestimmte Stellung zu dieser Frage nahm schon Emery in seinen früheren Schriften: seine Hypothese über die Entwickelung der penta-

dactylen Extremität aus einer nach dem crossopterygialen Typus gebauten Flosse haben wir schon dargelegt und haben gesehen, dass er die Fortsetzung der Radien des Zeugopodiums, die er mit den Strahlen des Pro- und Mesopterygiums der Polypterusflosse homologisiert, durch die Elemente des Carpus 1) Radius—Radiale—Carpale praepollicis und distale Elemente des Praepollex, 2) Ulna—Pisiforme (Reste des Postminimus) führt (Emery '94). In der italienischen Schrift von 1894 spricht Emery zum ersten Male seine Ansicht über die Homologien der Elemente des Carpus und Tarsus der Urodela, Anura und Reptilien (Lacerta) aus: er hält das Naviculare Autorum von Pelobates für ein Carpale distale des Praepollex und homologisiert es mit dem Carpale distale 1 der Hand der Urodela (Gegenbaur) und mit dem von ihm gefundenen Radiale externum von Lacerta. Demnach entspricht das Radiale der Urodela dem Radiale der Anura und dem gleichnamigen Element der Reptilien.

Diese Homologisierung wurde von Emery ('98) auf Grund seiner neueren Untersuchungen über die Zusammensetzung des Carpus und Tarsus der Stegocephala geändert; wie wir gesehen haben, findet er bei Eryops 12 Carpalia (S. 364), nämlich ein Radiale, ein Intermedium, ein Ulnare, ein Pisiforme, drei Centralia (Paracentrale und zwei Centralia distalia) und fünf Carpalia distalia. In dem von ihm nach Baur abgebildeten Tarsus von Cryptobranchus japonicus findet er dieselben Elemente, mit dem Unterschied, dass die Tarsalia distalia 1 und 2 hier zu einem Stücke zusammengeflossen sind und das Tarsale distale 1 Autorum seiner Ansicht nach ein Proshypactinale, d. h. das zweite Glied des Praepollex vorstellt, dessen erstes Glied durch das Radiale repraesentiert wird. Das Radiale von Eryops homologisiert Emery mit dem Radiale von Emydura Krefftii (nach Baur). Wir haben schon oben gesehen, dass es schwer zu entscheiden ist, was eigentlich das Radiale von Emydura ist, ob es dem Radiale Autorum oder dem Radiale externum der übrigen Reptilien entspreche. In seiner Schrift von 1901 äussert sich Emery jedoch ganz unzweideutig über die Homologie des Radiale der Amphibien und Reptilien: er homologisiert das Radiale von Eryops und Cryptobranchus mit dem Radiale externum von Lacerta, welches er früher für ein Naviculare, d. h. für ein Proshypactinale hielt.

Wenn wir die Ansicht Emery's mit derjenigen Gegenbaurs vergleichen, so finden wir, dass in Bezug auf die Amphibia, speziell

die Urodela, zwischen beiden Autoren kein grosser Unterschied in der Homologisierung der einzelnen Elemente des Carpus und Tarsus besteht. Der Unterschied in der theoretischen Auffassung ist allerdings ein sehr bedeutender. Beide halten das randständige Element der radialen Seite der Extremität von Cryptobranchus [1]) für ein Radiale; demnach ist auch die Homologisierung der übrigen Elemente (das Tarsale—Carpale 1 ausgenommen) bei beiden Autoren dieselbe; nach Gegenbaur besitzen die Urodela ein Carpale 1 und ein Carpale 2, nach Emery entspricht das Carpale 1 dem Proshypactinale, das Carpale 2 Gegenbaurs dem Carpale 1—2.

Eine bedeutende Abweichung in der Homologisierung von der Gegenbaurschen besteht bei Emery aber in der Homologisierung der Extremitäten der Reptilien und Amphibien, da Emery das radiale Randelement der Reptilien (Radiale externum Emery 1894, Accessorium radiale Gegenbaur) für einen integrierenden Bestandteil des Carpus (und Tarsus) ansieht und es mit dem Radiale der Urodela homologosiert; demnach bezeichnet er das Radiale Autorum der Reptilien als ein Element der Gruppe der Centralia, als ein Centrale proximale oder Paracentrale. Der Unterschied in der Homologisierung zwischen Gegenbaur und seinen Nachfolgern einerseist und Emery andererseits ist aus nebenstehender Tabelle klar ersichtlich.

Gegenbaur.		Emery.	
Lacerta	Emys	Lacerta	Emys.
(Radiale externum)	Accessorium rad.	Radiale	Radiale.
Radiale	Radiale	Paracentrale	Paracentrale.
Centrale	Centrale 1	Centrale 1	Centrale 1.
	(Centrale 2)		Centrale 2.
(Intermedium)	Intermedium	Intermedium	Intermedium.
Ulnare	Ulnare	Ulnare	Ulnare.
Pisiforme	Pisiforme	Pisiforme	Pisiforme.
Carpale 1	Carpale 1	Carpale 1	Carpale 1.
Carpale 2	Carpale 2	Carpale 2	Carpale 2.
Carpale 3	Carpale 3	Carpele 3	Carpale 3.
Carpale 4	Carpale 4	Carpale 4	Carpale 4.
Carpale 5	Carpale 5	Carpale 5	Carpale 5.

[1]) Eryops wurde von Gegenbaur nicht in den Kreis seiner Betrachtungen gezogen.

Wir müssen jetzt zu entscheiden suchen, für welche von den drei dargelegten Hauptansichten die Fakten sprechen. Ich muss im voraus bemerken, dass es schwer fällt bei dem vorhandenen Tatsachenmaterial eine endgültigen Lösung der Frage von der Homologie der einzelnen Elemente des Carpus und Tarsus der Reptilien und Amphibien zu finden.

Aus der Entwickelung der von uns untersuchten urodelen Amphibien haben wir gesehen, dass die Elemente des Tarsus und Carpus bei ihrem ersten Auftreten eine strahlenartige Anordnung besitzen, welche sich darin äussert, dass sie als prochondrale Längsstrahlen, welche erst nachträglich in diskrete Elemente zerfallen, zur Anlage kommen. Für die Urodela gewährt diese Strahlenanordung die Möglichkeit den Zusammenhang der einzelnen Elemente miteinander festzustellen: wir haben gesehen, dass wir im Tarsus drei solche Hauptstrahlen antreffen, einen praeaxialen (Tibia—Tibiale—Tarsale 1 Autorum), einen medianen (Intermedium—Centrale oder Centralia 1 und 2, und Tarsale commune) und einen postaxialen (Fibula—Fibulare—Tarsale distale 4). Ich glaube, dass es ratsam erscheint, die Homologisierung mit der postaxialen Seite zu beginnen, da in Bezug auf die Homologie der Elemente dieser Seite, soviel ich weiss, nur wenige Zweifel herschen: es wird ganz allgemein angenommen, dass das Ulnare der Amphibien dem Ulnare der Reptilien entspricht, und der Grund für diese Homologisierung wird in der Lage des For. mesopodii perforans, welches als ein Punctum fixum in der Extremität angesehen wird, angenommen. Dieses Foramen liegt, wie man sich erinnern wird, bei den Amphibien und den Reptilien median von dem Fibulare (Ulnare) und dem Intermedium. Der Unterschied zwischen der Ansicht Emery's und der seiner Vorgänger besteht nicht in der Homologisierung des Ulnare (Fibulare) der Amphibien mit dem der Reptilien, sondern in der Auffassung der Bedeutung dieser Elemente: nach Emery ist das Pisiforme die seriale Fortsetzung des Ulna-Fibula-Strahles, nach Gegenbaur und seinen Nachfolgern das Ulnare; nach den Befunden bei den von uns untersuchten Urodela müssen wir sagen, dass bei dieser Gruppe die Forsetzung der Ulna durch das Ulnare (Fibula—Fibulare) gebildet wird und wenn wir die Homologie des Ulnare bei den Amphibien und Reptilien annehmen, es auch bei diesen letzteren so sein muss; mit anderen Worten, welche Bedeutung wir auch dem Pisi-

forme und den postaxialen Elementen der Urodelen (Cryptobranchus, Amblystoma, Onychodactylus, Ranidens; Baur '88) und der Anuren (Emery '94, Schmalhausen), beimessen, ob wir sie als palingenetische Strahlen, oder als Neubildungen ansehen, so müssen wir annehmen, dass es randständige Elemente sind, welche lateral vom Ulna—Ulnare- etc. Strahl liegen. In dieser Hinsicht können wir uns also den Anschauungen Emery's nicht anschliessen.

Viel schwieriger ist die Frage von der Homologie der Elemente der praeaxialen Seite des Basipodiums der Amphibien und Reptilien. Die Schwierigkeit besteht darin, dass uns an dieser Seite der Extremität ein Punctum fixum (wie das For. mesopodii an der ulnofibularen Seite) fehlt.

Man könnte geneigt sein, das For. mesopodii auch für die Elemente der praeaxialen Seite als ein Punktum fixum anzusehen und die proximalen Elemente der Extremität ihrer Lagebeziehung zu diesem Foramen nach zu homologisieren. Ich glaube, dass ein solches Kriterium der Homologie nicht ohne weiteres unbedingt angenommen werden kann, da die Lagebeziehung des For. mesopodii zu den unmittelbaren Nachbarteilen keine unbedingt konstante ist. Es wird gewöhnlich angenommen, dass es zwischen dem Ulnare und dem Intermedium liegt. So liegt es wirklich bei manchen Urodela, besonders in der hinteren Extremität. Aber bei den Reptilien, wie z. B. bei den Schildkröten ist diese Lage nicht so konstant und wir finden manche Verschiebungen in der Lage des betreffenden Gefässes. Aber auch wenn wir annehmen würden, dass die Lage der Gefässöffnung eine konstante ist, so wäre die Beurteilung der Elemente der praeaxialen Seite der Extremität doch nicht als ein Leichtes anzusehen, da wir es mit mehreren Elementen (Radiale, Radiale externum, Centrale 1, Centrale 2), welche gegen einander verschiedenartige Verschiebungen erleiden können, zu tun haben; welche Lage dieser Elemente in Bezug auf die Nachbarteile wir als die primäre ansehen müssen, ist jedenfalls keine so leicht zu entscheidende Frage; dass aber Verschiebungen der Elemente gegen einander selbst bei nahestehenden Formen vorkommen, haben wir beim Studium der Extremitäten der Reptilien (Saurii) gesehen.

Bei der Homologisierung der Elemente der praeaxialen Seite der Extremitäten der Amphibien und Reptilien kommt es, wie mir scheint, in erster Linie darauf an, welches die primäre Lagebezie-

hung der Centralia zu ihren Nachbarteilen, speziell zum distalen Ende des Radius resp. der Tibia war? Wenn wir, wie es Emery auf Grund der Befunde bei Eryops tut, annehmen, dass das Centrale proximale der Amphibien primär mit dem Radius artikuliert, so bekommen wir, vom For. mesopodii (von der postaxialen zu der praeaxialen Seite hin gerechnet) drei Elemente, welche das distale Ende des Radius (Tibia) umgeben: das Intermedium, das Centrale proximale (Paracentrale Emerys) und das Radiale; dann müssten wir die drei Elemente, welche annähernd dieselbe Lage bei den Reptilien besitzen (das Intermedium, das Radiale Autorum und das Radiale externum s. Accessorium radiale) mit diesen Elementen homologisieren. Es ist aber noch fraglich, ob die Lage der Elemente der praeaxialen Seite des Basipodiums bei Eryops und den anderen Formen, welche von Emery als Belege für seine Ansicht angeführt worden sind, eine primäre ist. Nach den embryologischen und vergleichend-anatomischen Beobachtungen an den urodelen und anuren Amphibien halte ich das für wenig wahrscheinlich. Bei den Urodelen haben wir in frühen Entwickelungsstadien gesehen, dass das Centrale proximale in keinerlei Beziehung zu dem Radius s. Tibia steht (Triton, Siredon, Isodactylium), *dass dagegen Centralia, Intermedium und Tarsale (Carpale) commune einen Strahl für sich bilden.* Bei Eryops, ebenso wie in der vorderen Extremität von Cryptobranchus, wo das Centrale proximale mit dem Radius artikuliert, ist das distale Ende des Radius stark verbreitert, was schwerlich als eine primäre Einrichtung angesehen werden kann, und aus dieser Tatsache lässt sich die Artikulation des Centrale mit dem Radiusende erklären. Aber selbst wenn man diese Erwägungen nicht in Betracht ziehen will, so scheint mir die Tatsache, dass bei den Urodelen (Kehrer) überzählige kleine Knorpel an der praeaxiale Seite des Basipodiums nachgewiesen werden können, gegen die Auffassung Emerys zu sprechen. Auch die Lage der Carpalia an der praeaxialen Seite des Carpus der Anura, wie sie uns nach den Untersuchungen Schmalhausens entgegentritt, scheint mit der Auffassung, dass das Radiale der Amphibien dem Radiale externum der Reptilien homolog sei, schwer vereinbar zu sein. Wir haben ja gesehen, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass das Radiale der Anura (r) dem Radiale der Urodela homolog ist, wie es auch Emery annahm; ist dies der Fall, so haben die Anura an der praeaxialen

Seite des Carpus ein proximales Skelettstück (r_1), welches der Lage nach wahrscheinlich dem Radiale externum der Reptilien entspricht, und andererseits wohl (nur zur Teil) dem überzähligen Element von Cryptobranchus entsprechen könnte. Die Lage des r_1 widerspricht der Annahme, dass es dem Radiale der Urodelen homolog sein könnte. Wir kommen so zu dem Schluss, dass das Radiale der Urodela dem Radiale der Anura und dem Radiale Autorum der Reptilien entspricht, dass aber das Element r_1 dem Radiale externum der Reptilien homolog ist und dass diese Elemente (r_1') proximale Stücke eines lateral vom Radius—Radiale (Tibia—Tibiale) liegenden Strahles des Praepollex vorstellen. Die bei den Urodelen an der praeaxialen Seite des Carpus und Tarsus aufgefundenen Elemente sind meiner Auffassung nach Teile des Praepollex; ob sie proximale oder distale Stücke desselben vorstellen, lasse ich einstweilen dahingestellt sein.

Tabellarisch lässt sich die von uns angenommene Homologisierung der Elemente des Basipodiums folgendermassen darstellen:

r_1	r	i	u	pi	Reptilia.
r_1	r	i	u	pi	Anura.
—	r	i	u	pi	Stegocephala.
—	r	i	u	—	Urodela.

Wie der Leser sieht, nähert sich meine Auffassung der von Bardeleben vertretenen am meisten. Von der durch Emery vertretenen Ansicht unterscheidet sie sich sowohl in der Homologisierung der einzelnen Elemente, als auch in der theoretischen Auffassung.

Manche Schwierigkeiten für die Homologisierung bietet auch das sogenannte Carpale 1 (Tarsale 1) der Urodela (Proshypactinale Emery's). Dieses Element des Carpus der Urodela unterscheidet sich, wie wir gesehen haben, seiner Entwickelung, zum Teil auch seiner Lage nach von den anderen Elementen des Basipodiums der Urodela und diese Unterschiede haben schon bei manchen Forschern den Zweifel wachgerufen, ob dieses Carpalstück wirklich das Carpale (Tarsale) distale des ersten Fingers (Zehe) der Urodela vorstelle. Am schärfsten kommt dieser Zweifel bei Emery zum Ausdruck, welcher dasselbe für ein Carpale s. Tarsale distale praepollicis (Proshypactynale), das Carpale 2 Gegenbaurs aber für die zusammengeflossenen Carpalia 1—2 erklärt; damit stellt er die Ho-

mologie dieses Carpale 1 Autorum mit dem Carpale 1 von Eryops und der Reptilien in Abrede. Wenn ich die in der Litteratur zerstreuten Angaben über dieses Element, sowie meine eigenen Beobachtungen in Betracht ziehe, glaube ich nicht, dass das uns vorliegende Tatsachenmaterial genüge, um eine bestimmte Antwort auf die Frage von der Bedeutung dieses Elements zu geben. Aus den soeben angeführten Erörterungen über die Bedeutung des Radiale externum lässt sich der negative Schluss ziehen, dass das Carpale 1 (Tarsale 1) der Autoren nicht ein Element des Praepollexstrahles ist, da es bei den Urodelen ontogenetisch das Endglied des Radiusstrahles darstellt. Auch müssen wir zugeben, dass es sich etwas anders entwickelt als die übrigen Carpalia und Tarsalia, und sich in einiger Entfernung von dem proximalen Ende des Metacarpale I anlegt; auch stossen wir in der Entwickelung der hinteren Extremität von Triton auf gewisse Andeutungen, dass das Tarsale 2 Autorum (unser Tarsale commune) zwei Elementen entspricht. Im Vorhergehenden haben wir angenommen, dass Carpale s. Tarsale 1 Autorum der Urodela dem Element y der Anurenextremität und dem sog. Proshypactinale (Emery) von Archegosaurus entspricht und dass es ein randständiges Centrale praeaxiale vorstellt. Demnach müssen wir sein Homologon bei den Reptilien suchen. Als ein solches Homologon würde, scheint mir, der sogenannte Meniscus der hinteren Extremität der Reptilien in Betracht kommen. Was seine Bedeutung anbelangt, so wäre zu erwägen, dass die Beobachtungen über Sphenodon zu Gunsten der Annahme sprechen, dass die Vorfahren der Reptilien eine transversale Reihe von Centralia, d. h. von Elementen, welche zwischen der proximalen (r′, r, i, u, pi) und distalen Reihe (Carpalia s. Tarsalia distalia 1... 5) lagen, besassen; man muss bedenken, dass die Lage des Elements bei Archegosaurus (vordere Extremität) ganz dieselbe ist, wie die des Meniscus der Reptilien. Wir kommen also zu dem Schluss, dass die gemeinsamen Vorfahren der Reptilien und Amphibien zwischen Radiale s. Tibiale und Carpale 1 s. Tarsale 1 noch ein praeaxiales Centrale (y = o), welches bei den meisten rezenten Formen verschwunden, dessen Spuren aber bei den Urodela (Carpale s. Tarsale distale 1 Autorum), Anura (y), Stegocephala (Archegosaurus), Reptilia (Autosaurii, Rhynchocephalier, Meniscus) in fast identischer Lage erhalten geblieben ist, besassen.

Zu Gunsten der Hypothese, dass das Carpale (Tarsale) commune der Urodela zwei zusammengeflossenen Carpalien resp. Tarsalien entspricht, sprechen folgende Tatsachen: 1) es artikuliert bei vielen Urodela mit den zwei ersten Fingern resp, Zehen; 2) es ist grösser als die übrigen Carpalia resp. Tarsalia; 3) bei Triton liegt in frühen Entwickelungsstadien ein einziges, den übrigen Tarsalia ähnliches Element, welches die 2-te Zehe trägt, dem Metatarsale II gegenüber; der Abschnitt, welcher mit der ersten Zehe artikuliert, bildet sich später als ein deutlicher Auswuchs an demselben, so dass zwischen beiden Teilen des Tarsale commune eine deutliche Heterochronie in der Entwickelung besteht.

Im Vorhergehenden habe ich den Versuch gemacht die möglichen Deutungen der Elemente der praeaxialen Seite des Basipodiums bei den niederen Pentadactyliern zu geben. Ich muss dabei betonen, dass ich das Carpale (Tarsale) 1 der Reptilien für ein wirkliches Carpale distale d. h. für ein Element, welches in denselben Beziehungen zu seinem Metacarpale steht, wie die übrigen Carpalia distalia zu ihren Metacarpalia, halte: es sind Bildungen gleicher Art und über ihre Bedeutung kann kein Zweifel herschen. Ich bemerke ausdrücklich, dass uns meines Erachtens das tatsächliche Material für die endgültige Lösung dieser Frage noch fehlt, so dass die angeführten Möglichkeiten nur einen hypothetischen Wert besitzen. Die Bezeichnung des Carpale resp. Tarsale distale 1 der Urodela habe ich vorläufig als eine historisch eingebürgerte beibehalten.

Eine schwierige Frage ist auch die von der speziellen Homologie der Elemente, welche wir bei den Reptilien und Amphibien als Centralia bezeichnen. Man wird zugeben müssen, dass die Bedeutung dessen, was wir jetzt unter der Bezeichnung „Centrale carpi“ oder tarsi verstehen, eine ziemlich unbestimmte ist. Gegenbaur verstand unter dieser Bezeichnung etwas ganz bestimmtes, nämlich ein Element, welches in der Mitte des Basipodiums liegt und also nur mit Elementen des Carpus, echten Carpalien, artikuliert; es ist von den übrigen Carpalien, welche alle entweder mit Elementen des Zeugo- oder Metapodiums artikulieren, umringt. Jetzt kann man mit gewissem Recht die Frage aufwerfen, ob ein solche Definition genüge; haben wir doch gesehen, dass im primitiven Basipodium nicht weniger als zwei, wahrscheinlich aber eine grössere Anzahl von Elementen, welche wir in keine bestimmten Beziehungen

zu den Elementen des Zeugo- und Metapodiums bringen können und als Centralia bezeichnen, vorhanden waren. Es entsteht die Frage, wie weit diese Elemente bei verschiedenen Tiergruppen einander homolog sind. Die Beobachtungen von Schitkow an Isodactylium zeigen, dass die beiden Centralia dieses Tieres Glieder eines Längsstrahles der Extremität sind, dass wir dieselben also als ein Centrale proximale und ein Centrale distale ansprechen müssen. Bei den übrigen urodelen Amphibien ist ihre Entwickelung leider nur sehr unvollständig bekannt; im erwachsenen Zustand haben sie entweder dieselbe Lage wie bei Isodactylium oder aber eine mehr oder weniger schiefe Lage, doch können wir sie trotzdem als proximales und distales Centrale bezeichnen; bei den Anuren und Stegocephalen sind ein proximales und zwei distale Centralia (C_1, C_2, C_3) vorhanden. Bei den Reptilien finden wir, dass die Centralia (in den Fällen, wo zwei vorkommen), eine andere Lage haben: sie liegen transversal zur Längsaxe der Extremität, so dass wir sie als Centrale radiale und Centrale ulnare (oder besser als Centrale praeaxiale und Centrale postaxiale) bezeichnen müssen. Bei den Urodelen können wir den Entwickelungsmodus der Centralia, nämlich den Umstand, dass sie Teilstücke eines ursprünglich einheitlichen Skelettstrahles sind, als Kriterium für ihre Homologisierung verwerten; bei den Reptilien, wo sie als selbstständige Zentren entstehen, fällt dieses Kriterium weg, so dass eine genaue Homologisierung sehr schwierig erscheint, besonders wenn wir in Betracht ziehen, dass bei Eryops, Archegosaurus und eventuell bei Cryptobranchus zwei Centralia distalia vorkommen; dieses dritte Centrale liegt in beiden Fällen postaxial von dem Centrale distale, dem Carpale (Tarsale) distale 3 gegenüber. Im Laufe dieser Untersuchungen haben wir gesehen, dass es ziemlich wahrscheinlich ist, dass die Vorfahren der Reptilien und Amphibien eine grössere Anzahl von Carpalien und Tarsalien besessen haben als die jetzigen Formen; speziell in Bezug auf die Centralia können wir sagen, dass die Anzahl derselben grösser gewesen ist; da aber die Centralia in keinen so bestimmten Lagebeziehungen zu den Elementen des Zeugopodiums und des Metapodiums stehen, wie die übrigen Elemente des Carpus und Tarsus [1]),

---

[1]) Man muss sich ja vergegenwärtigen, dass wir die Carpalia und Tarsalia eben ihren Beziehungen zu diesen Skelettstücken (Ulna, Radius, Tibia, Fibula,

so ist es schwer ihre primitive Lage zu bestimmen und die Homologisierung derselben bei verschiedenen Gruppen der Pentadactylier durchzuführen, da wir uns nicht darüber klar sind, ob die jetzige Lage der Centralia bei den Reptilien das Resultat der im Laufe der phylogenetischen Entwickelung vor sich gegangenen Verschiebungen bildet, oder der Unterschied in der Lage dieser Elemente bei den Amphibien und Reptilien damit im Zusammenhang steht, dass sich bei diesen beiden Gruppen verschiedene Centralia der gemeinsamen Vorfahren derselben reduziert haben.

Wenn wir annehmen wollten, dass die Verschiedenheit in der Lage der Centralia bei Sphenodon und den Urodelen das Resultat einer Verschiebung ist, so wäre es wahrscheinlich, dass das Centrale postaxiale (ulnare, Cu) welches nach den Abbildungen von Howes dem Intermedium gegenüber liegt, dem Centrale proximale der Urodela (für welches diese Lage ja charakteristisch ist) entspricht; dann würde das Centrale praeaxiale (Radiale, Cr) dem Centrale distale de rUrodela entsprechen. Für eine solche Homologisierung spricht die Lage der Centralia bei einigen der ausgestorbenen Reptilien z. B. bei Procolophon trigoniceps: die Lage der Centralia bei Procolophon ist so zu sagen eine Zwischenform zwischen der bei den mit zwei Centralia versehenen Urodelen (Cryptobranchus, Isodactylium etc.) vorkommenden und derjenigen bei den Rhynchocephaliern (Sphenodon); das Centrale proximale s. ulnare grenzt mit der Ulna und dem Intermedium, das Centrale distale s. radiale liegt zwischen Centrale proximale und Carpalia distalia 1 und 2 und besitzt einen Auswuchs, welcher sich zwischen Radiale und Carpale distale 1 hineinschiebt. Wir müssen uns nur eine kleine Verlagerung des Centrale distale in praeaxialer Richtung denken, um die Lage, welche wir bei Sphenodon finden, zu bekommen.

Aus diesen Gründen halte ich die hier vorgeschlagen Homologisierung für wahrscheinlich und nehme dieselbe an. Ein Homologon des dritten Centrale (Centrale distale 2) von Eryops bei den Reptilien wurde bis jetzt nicht aufgefunden. Demnach lässt sich die Homologisierung der einzelnen Skelettstücke der freien Extremitäten

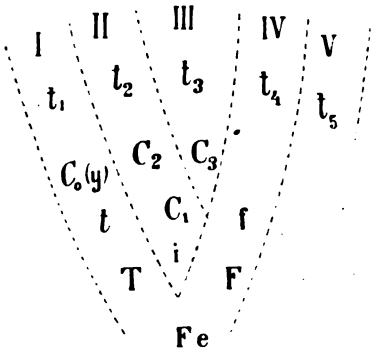
---

Metacarpalia und Metatarsalia) nach miteinander homologisieren, da die Homologien dieser Elemente untereinander uns klar sind. Die Lage und Grösse der einzelnen Carpalia und Tarsalia sind dabei Merkmale sekundärer Natur.

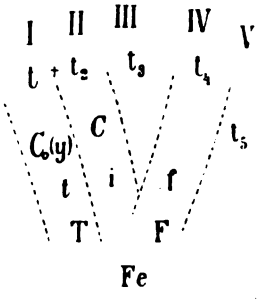
bei den Amphibien und Reptilien mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auf folgende Weise darstellen.

Urodela

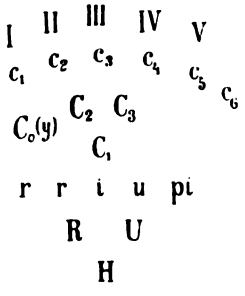
primitive Form.



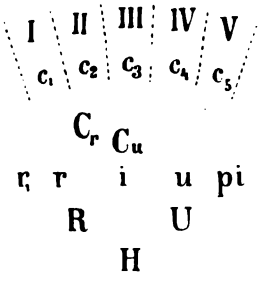
reduzierte Form



Anura.



Reptilia.



Bei der Zusammenstellung dieser Diagramme habe ich versucht unseren Vorstellungen über die Zusammensetzung und die Homologien der primitiven Extremitäten der Reptilien und Amphibien, wie wir sie uns bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse des anatomischen Baues und der embryologischen Entwickelung derselben vorstellen können, Ausdruck zu verleihen. Dabei muss ich nochmals auf die im Text erwähnten Vorbehalte zurückweisen, da ich die hier aufgestellte Homologisierung als die bei dem heutigen

Stande unserer Kenntnisse für die wahrscheinlichste, aber nicht für eine absolut gesicherte halte; ich bin mir vielleicht besser als mancher andere der Lückenhaftigkeit der tatsächlichen Daten bewusst. Dem den Bau der primitiven Urodolenextremität veranschaulichenden Diagramm sind hauptsächlich die Befunde bei Cryptobranchus und Isodactylium zu Grunde gelegt, dem zweiten Diagramm die Befunde bei Triton und Siredon; für das dritte Diagramm (Anura) habe ich mich der Befunde Schmalhausens bedient; das vierte Diagramm endlich stellt eine Wiederholung des von uns schon früher in dieser Arbeit aufgestellten Diagramms dar, das Resultat des von uns gemachten Vergleiches eigener und fremder Beobachtungen über den Bau und die Entwickelung der Extremitäten der Reptilien. Für die Urodela habe ich die hintere Extremität, welche, wie wir gesehen haben, einen primitiveren Bau besitzt, zu Grunde gelegt; die punktirten Linien bezeichnen die strahlenartige Anordnung der Elemente während des Embryonallebens.

Aus den in dieser Arbeit dargelegten Erörterungen wird der Leser wahrscheinlich eine allgemeine Vorstellung über die theoretischen Schlüsse gewonnen haben, zu denen ich in Bezug auf die phylogenetische Entwickelung der pentadactylen Extremität komme. Ich will nun diese Resultate zusammenfassen.

Unsere Untersuchungen über die Entwickelung und Anatomie des Skeletts der freien Extremitäten der Amphibien und Reptilien haben uns zu nahezu übereinstimmenden Resultaten über die primäre Zusammensetzung der Extremitäten geführt.

Wenn wir die Resultate dieser Beobachtungen zusammenstellen, so finden wir, dass gleichviel, ob wir die Embryologie oder die Anatomie und Palaeontologie der Amphibien und Reptilien in Betracht ziehen, der primitive Zustand der freien Extremitäten *ein komplizierterer ist als bei den rezenten Formen*, d. h. dass die Extremitäten aus einer *grösseren Anzahl von diskreten Skelettstücken bestanden.* Zu diesem Schlusse führt uns die allgemein von uns beobachtete Tatsache, dass wir sowohl in der embryonalen Entwickelung, als im erwachsenen Zustande bei einer sehr grossen Anzahl von systematisch weit von einander entfernten Formen im Skelett der freien Extremität eine ganze Reihe von rudimentären Skelettstücken nachweisen können, welche ganz augenscheinlich auf dem Wege der Reduktion stehen und welche wir in keinem Falle

als progressive Neubildungen ansehen können; wir können mit Bestimmtheit sagen, dass bei allen Pentadacytliern die *Richtung* der phylogenetischen Entwickelung des Skeletts der freien *Extremität von einem komplizierten Zustande zu einem einfacheren gegangen ist* und dass die Zahl der Skelettelemente bei den höheren Formen, welche der Bewegung auf dem Lande besser angepasst sind, sich im Vergleich zu den niederen Formen vermindert hat.

Die meisten Reste der früheren reicheren Gliederung finden wir im Autopodium; das Stylopodium besteht bekanntlich ausnahmslos aus einem Skelettstück (Humerus, Femur), im Zeugopodium finden wir bei den meisten Formen zwei Elemente (Radius, Ulna, Tibia, Fibula), doch haben wir gesehen, dass bei den Vorfahren der Pentadactylier zwischen diesen zwei Elementen wahrscheinlich noch *ein drittes, das Intermedium,* welches bei der phylogenetischen Entwickelung distalwärts gewandert und zu einem Bestandteil des Basipodiums geworden ist, gelegen war. Als konstante Elemente des Basipodiums können wir acht Skelettstücke (Radiale, Ulnare, ein Centrale, und die Carpalia distalia 1...5 im Carpus und die entsprechenden Elemente in Tarsus) ansehen. Wir haben gesehen, dass das primitive Autopodium eine viel grössere Anzahl von Elementen enthielt; in ihm waren jedenfalls *zwei,* wahrscheinlich aber eine grössere Anzahl Centralia (ein Centrale proximale und drei Centralia distalia, also im ganzen vier) vorhanden. Auch an den Rändern des Basipodiums sehen wir Reste früher wohl entwickelter Strahlen; an der praeaxialen Seite das Radiale externum und die basalen Elemente des Praepollex, an der postaxialen Seite das Pisiforme und die Elemente des Postminimus. Demnach können wir annehmen, dass die Zahl der Strahlen bei den Vorfahren der Pentadactylier grösser als fünf gewesen sein muss, dass sie nämlich noch zwei Randstrahlen, welche bei den rezenten Formen bis auf unansehnliche Reste atrophiert sind (Praepollex und Postminimus) besessen haben. Was die Zahl der Elemente des Acropodiums anbelangt, so haben wir gesehen, dass es schwer fällt zu einem bestimmten Resultat in dieser Frage zu kommen. Die Beobachtungen an den primitiven Reptilien und an den Stegocephalen weisen darauf hin, dass die Zahl *der Glieder (Phalangen) an den Fingern und Zehen der postaxialen Seite eine nicht sehr kleine war (nicht weniger als vier, vielleicht fünf am vierten Strahl der pentadactylen Extre-*

mität) und unsere embryologischen Beobachtungen zeigen, dass die kleinere Zahl, welche wir bei den urodelen Amphibien und einigen Reptilien (Synapsida) vorfinden, das Resultat einer sekundären Reduktion sind. Auch sind wir zu dem Schlusse gekommen, dass bei der phylogenetischen Entwickelung die Zahl der Skelettelemente in den Extremitäten sich zum Teil durch Verwachsung der einzelnen Elemente miteinander, zum Teil durch mehr oder weniger vollständige Atrophie der einzelnen Elemente vermindert hat. Die Atrophie ist an verschiedenen Stellen der Extremität vor sich gegangen, und zwar in der Mitte des Basipodiums (Centralia), hauptsächlich aber an den Rändern und am distalen Ende der Extremität; betont sei, dass wir diese allgemeine Richtung der phylogenetischen Entwickelung in allen Hauptgruppen der Reptilien und der Amphibien konstatieren können, dass aber der Grad der erlangten Entwickelungshöhe bei den verschiedenen Gruppen (auch in der vorderen und der hinteren Extremität) ein verschiedener ist. Die Extremitäten der Urodelen zeigen im allgemeinen einen sehr primitiven Bau, aber die Reduktion der einzelnen Carpalia und Tarsalia ist bei ihnen sehr weit, und zwar weiter als bei den Anuren, vorgeschritten. In Bezug auf die primitive Zusammensetzung der Extremitäten der Pentadactylier können wir also folgenden Satz aufstellen: *die Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier bestanden aus ein grossen Anzahl von diskreten Skelettstücken, und die progressive Evolution der pentadactylen Extremität bestand in einer Verminderung der Zahl dieser Elemente.*

Zu diesem ersten Satz müssen wir jetzt einen zweiten hinzufügen: bei der Untersuchung der Entwickelung der Reptilienextremitäten haben wir gesehen, dass in der distalen Partie des Autopodiums eine strahlenartige Anordnung der Elemente besteht: Carpalia, Metacarpalia und Phalangen eines jeden Fingerstrahles bilden sich während der ontogenetischen Entwickelung nacheinander als Teilstücke eines ursprünglich einheitlichen Strahles; daraus haben wir geschlossen, dass *keine prinzipielle Differenz zwischen Carpalia (Tarsalia) distalia, Metacarpalia und Phalangen besteht, dass es im Gegenteil Bildungen ein und derselben Ordnung sind.* In den proximalen Abschnitten der Extremitäten haben wir eine solche strahlenartige Anordnung bei den Reptilien nicht konstatieren können, wohl aber bei den urodelen Amphibien: dort haben wir gesehen, dass die vor-

knorpeligen Elemente des Zeugo- und Basipodiums in Strahlen angeordnet sind; in frühen Entwickelungsstadien sind es vorknorpelige Stäbe, welche sich nur später durch Quergliederung in einzelne Elemente sondern, ganz ebenso wie die Fingerstrahlen bei den Reptilien, welche ursprünglich gleichfalls einheitliche Vorknorpelstrahlen sind und sich dann in Carpalia, Metacarpalia und Phalangen sondern. Wir haben gesehen, dass sich bei den von uns untersuchten Urodela drei solche Strahlen, ein praeaxialer ($T—t—t_1$), ein medianer ($i—C_1—(C_2)—t.c$) und ein postaxialer ($F—f—t$) nachweisen lassen; bei den Urodela besteht eine Unterbrechung zwischen Tarsalia s. Carpalia distalia und Metacarpalia s. Metatarsalia etc., aber wenn wir die Beobachtungen an den Urodela mit denjenigen an den Reptilien zusammenstellen und wenn wir die unverkennbare Aehnlichkeit in der Lage und Anordnung der Skelettstücke in den Extremitäten in Betracht ziehen, so können wir mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass *die Strahlenanordnung, welche wir bei den Reptilien und den Urodela in verschiedenen Regionen der Extremität in frühen Stadien der ontogenetischen Entwickelung antreffen, den Ausdruck, die Rekapitulation der strahlenartigen Anordnung bildet, welche bei den gemeinsamen Vorfahren der Amphibien und Reptilien vorhanden war und sich bei den Urodela im Zeugopodium und Basipodium, bei den Reptilien in der distalen Partie des Basipodiums und im Meta- und Acropodium erhalten hat.* Ich glaube nicht, dass man dieser Erscheinung eine andere Deutung geben kann. Aber obgleich ich ganz entschieden den Satz aufstelle, dass die Elemente der Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier aus strahlenartig angeordneten Skelettstücken bestanden, sehe ich wohl, welche Schwierigkeiten zur Zeit noch eine spezielle Zurückführung der einzelnen Skelettstücke der pentadactylen Extremitäten auf die einzelnen Strahlen bietet, besonders wenn wir die in Reduktion begriffenen Teile, die, wie wir gesehen haben, eine grosse morphologische Bedeutung haben, in Betracht ziehen. Wir können schon a priori nicht erwarten, dass in den spezialisierten Extremitäten der rezenten Tetrapoda sich die primäre Strahlenanordnung vollständig erhalten hat; ich halte darum folgende hypothetische Rekonstruktion der primitiven Anordnung der Elemente der Extremität der Vorfahren der Pendactylier für ein provisorisches Résumé unserer jetzigen Kentnnisse über

dieses Problem. Das Hauptresultat unserer Untersuchung ist das, dass bei den Vorfahren der Tetrapoda eine strahlenartige Anordnung der Skelettstücke der Extremität vorhanden war, und nicht das, wie diese Skelettelemente im speziellen gelagert waren. Ich stelle mir diese hypothetische Anordnung in folgender Weise vor:

I. Praepollex: Radiale externum, distale Elemente des Praepollex.
II. Radius, Radiale, Centrale distale 0 (C_0), Carpale distale 1, Metacarpale I, Phalangen des 1-ten Fingers.
III. Intermedium, Centrale proximale (C_1), Centrale distale 1 (C_2), Carpale dist. 2, Metacarpale II, Phalangen des 2-ten Fingers.
IV. Centrale distale 2 (C_3), Carpale dist. 3, Metacarpale III, Phalangen des 3-ten Fingers.
V. Ulna, Ulnare, Carpale dist. 4, Metacarpale IV, Phalangen des 4-ten Fingers.
VI. Carpale dist. 5, Metacarpale V, Phalangen des 5-ten Fingers.
VII. Pisiforme, Centrale distale, Carpale dist. 6.

Bis jetzt sind wir zu dem Schluss gelangt, dass die Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier: 1) aus einer grossen Anzahl von Skelettelementen bestanden, welche; 2) strahlenartig angeordnet waren; es waren nicht weniger als fünf solche Strahlen, wahrscheinlich aber eine grössere Zahl vorhanden. Als dritten Schluss können wir den Satz aufstellen, dass die Skelettstücke, aus welchen diese Strahlen bestanden, ihrer Grösse und Form nach bei den Vorfahren der Pentadactylier *mehr oder weniger gleichartige Elemente waren.* Auf die Tatsachen, die zu diesem Schlusse führen, haben wir schon mehrere Male im Laufe dieser Untersuchungen die Aufmerksamkeit des Lesers gelenkt. Wir haben gesehen, dass bei den niedersten Vertretern der Pentadactilier der Grössenunterschied zwischen den sogenannten langen Knochen der Extremitäten und den Elementen des Carpus und Tarsus einerseits und zwischen den einzelnen langen Knochen (wenn wir sie miteinander vergleichen) andererseits, kleiner ist als bei den höheren Vertretern dieser Gruppen; dies haben wir sowohl bei den Reptilien, als bei Stegocephalen und niederen Urodelen gesehen. Bei der embryologischen Untersuchung haben wir ebenfalls (wie schon manche frühere Autoren)

konstatiert, dass die Anlagen der Elemente des Stylo-, Zeugo- und Autopodiums der Grösse und Form nach sich viel weniger von einander unterscheiden als im erwachsenen Zustande: gewöhnlich sind es kurze und dicke vorknorpelige Skelettanlagen, von denen die proximalen nur wenig grösser sind als die distalen. Wir konnten sagen, dass sowohl bei den von uns untersuchten Amphibien, als bei den Reptilien die Extremitäten aus kurzen, gleichartigen diskreten Skelettanlagen bestehen. Im Laufe der ontogenetischen Entwickelung vollzieht sich eine Differenzierung dieser primären Anlagen; dieselben wachsen mit einer verschiedenen Intensivität, die Elemente des Stylo- und Zeugopodiums, sehr oft auch die des Metapodiums, wachsen sehr stark in die Länge, die Elemente der Phalangen wachsen weniger intensiv, endlich die des Basipodiums weisen eine retardierte Entwickelung auf. Aus diesen Tatsachen können wir schliessen, dass bei der Differenzierung der Skelettelemente die Extremitäten der Tetrapoda in ein System von sich stark voneinander unterscheidenden Abschnitten zerfällt, ein Merkmal, welches im Laufe der Phylogenie des Cheiropterygiums erworben ist, und dass das primitive Ichtyopterygium diese Merkmale nicht besass; letzteres bestand aus einem System von der Grösse und Form nach gleichartigen, strahlenartig angeordneten Skelettstücken.

Wenn wir in Betracht ziehen, dass die Extremitäten der Reptilien in frühen Entwickelungsstadien eine flossenförmige Gestalt haben, dass bei ihnen eine Seitenfalte, welche für die Anlage des Ichtyopterygiums der Fische charakteristisch ist, vorkommt, dass weiter die stummelförmigen Extremitätenanlagen der Urodela wahrscheinlich das Resultat einer sekundären Beschleunigung der Entwickelung sind, so können wir das soeben Erörterte zusammenfassend folgende Sätze über die Phylogenie des Cheiropterygiums aufstellen: 1) das Cheiropterygium hat sich aus eines Ichtyopterygium entwickelt; die Lage dieses Ichtyopterygiums war eine horizontale (frontale), wie z. B. diejenige der primitiven Selachierflosse; 2) dieses Ichtyopterygium bestand aus einer grossen Anzahl von gleichartigen, verhältnissmässig kurzen und dicken Skelettstücken; 3) Diese Skelettstücke waren in Radien (Strahlen) angeordnet, deren Zahl nicht weniger als sieben war. Wir besitzen aber keine Andeutungen dessen, dass die Zahl dieser Radien bei den unmittelbaren Vorfahren der Cheiropterygier grösser war. Es ist wohl

möglich, dass die Randstrahlen (Praepollex, Postminimus) schon bei den noch fischähnlichen anzestralen Formen der Tetrapoda in Reduktion begriffen waren.

Es wäre geboten an dieser Stelle noch die Frage zu besprechen, ob in den Extremitäten der Pentadactylier eine Axe oder ein Hauptstrahl nachweisbar ist, zu dem die übrigen Strahlen sich als Nebenstrahlen verhalten, und im Zusammenhang damit, welcher Typus der uns bekannten Fischflossen dem von uns auf Grund der vorliegenden Untersuchungen gefundenen anzestralen Form der Extremitäten der Tetrapoda am nächsten steht; doch glaube ich, dass diese beiden Fragen nur im Zusammenhange mit den Schlussfolgerungen, welche aus den Beobachtungen über die Entwickelung der Muskeln und Nerven der Extremitäten gezogen werden können, zu erörtern möglich sein wird und ich verschiebe ihre Besprechung darum bis auf das folgende Kapitel; dort will ich auch näher auf die Differenzen, welche zwischen meiner Auffassung der Extremitätenfrage und derjenigen meiner Vorgänger bestehen, eingehen.

Allgemeine Schlussfolgerungen.

XIX.

Phylogenie der pentadactylen Extremitäten.

Aus der Uebersicht der Litteratur über die Phylogenie der pentadactylen Extremitäten im Kapitel XV dieser Arbeit wird der Leser ersehen haben, dass die Hypothesen über dieses Problem fast ausschliesslich auf den Resultaten der Anatomie und der Entwickelungsgeschichte des Skeletts [1]) der Extremitäten basieren. Dabei wurden gewöhnlich nur die Fische und Amphibien, hauptsäch-

---

[1]) Nur von Mollier ('95, '97) und Braus ('00, '05) wurden die Extremitätennerven und -muskeln berücksichtigt (vergl. Kap. VIII der vorliegenden Arbeit). Aber Braus, dem wir sehr schöne Untersuchungen über die Muskeln und Nerven der Fische verdanken, berührt die Frage von der Phylogenie der pentadactylen Extremität nur sehr wenig und verwertet die Daten der Entwickelungsgeschichte der Muskeln und Nerven der Pentadactylier so gut wie garnicht.

lich die Urodela, in Betracht gezogen. Bei unseren Untersuchungen und Schlussfolgerungen haben wir einen etwas anderen Weg eingeschlagen. Von dem Satz ausgehend, dass die niederen Reptilien einen sehr primitiven Extremitätenbau besitzen, haben wir deren Entwickelung und Anatomie so eingehend wie möglich untersucht und mit den Resultaten eigener und fremder Untersuchungen an den Amphibien verglichen, um auf Grund einer solchen Vergleichung die Merkmale der gemeinsamen Stammform, aus der die niedersten Amphibien und Reptilien entstanden sind, zu rekonstruieren. Dabei haben wir, so weit wie möglich, nicht nur die Entwickelung des Skeletts, sondern auch die der Muskeln und Nerven in Betracht gezogen [1]).

Wir müssen jetzt auf die bis jetzt aufgestellten Hypothesen Rücksicht nehmen und unter den Extremitäten der Fische die Formen zu finden suchen, welche der von uns aufgestellten Urform der pentadactylen Extremität am nächsten stehen.

Im Folgenden werde ich die Merkmale, welche die Extremitäten der fischförmigen Vorfahren der Pentadactylier charakterisieren, kurz zusammenstellen, um dem Leser ein Uebersichtsbild der Resultate unserer Untersuchung zu geben. Bevor wir dies aber tun, müssen wir eine Frage, welche wir bis jetzt unberücksichtigt gelassen haben, nämlich die Frage von der Nachweisbarkeit eines Hauptstrahles der Extremität oder einer Extremitätenaxe bei den Pentadactyliern, besprechen. Ueber diese Frage gehen die Meinungen der Autoren stark auseinander (vergl. Rabl, '01): einige, wie z. B. Wiedersheim ('92), leugnet die Existenz eines solchen Hauptstrahles überhaupt, andere nehmen seine Existenz an; aber auch in diesem letzteren Falle divergieren die Meinungen sehr bedeutend: dieser Hauptstrahl wurde durch einen der fünf Fingerstrahlen der pentadactylen Extremität geführt und die Wahl gerade des einen oder anderen Strahles begründet. Diese Meinungsunterschiede zeigen, dass die Frage nicht so leicht zu lösen ist. Im Abschnitt über die Muskeln und Nerven haben wir schon die primäre, in Bezug auf die Körperaxe horizontale Stellung der Extremität der Pentadactylier erwähnt; dieselbe Stellung der Extremität haben wir bei den Selachiern und den Knorpelganoiden im erwachsenen Zustand und

[1]) Dieser Teil unserer Untersuchung ist leider unvollständig, da die Amphibien nicht in den Kreis unserer Untersuchung mit einbezogen werden konnten.

bei den anderen Fischen in frühen Entwickelungsstadien angetroffen. Bei den Embryonen der Reptilien hat die erste Anlage des Skeletts in der horizontal gestellten flossenförmigen Extremitätenfalte eine ganz bestimmte Lage: sie ist stabförmig und mit ihrem freien Ende distal und stark caudalwärts gerichtet; wir haben weiter gesehen, dass die Fortsetzung dieser primären Skelettaxe der freien Extremität durch das Metapodium, die postaxialen Skelettelemente, d. h. durch die Ulna und den postaxialen Abschnitt des Autopodiums, geht. Diese Skelettaxe der Extremität bildet mit der Körperaxe (Chorda), einen caudalwärts offenen spitzen Winkel. Die Nerven der freien Extremität treten zu dieser Skelettaxe von der caudalen und medianen Seite heran und gehen nicht dieser Skeletaxe entlang, sondern kreuzen dieselbe. Dieselbe Lage in Bezug auf die Körperaxe und dieselben Beziehungen zu den Nerven finden wir beim Metapterygium der Selachier und der Knorpelganoiden wieder, so dass wir den Metapterygiumstrahl des Pterygiums mit dem postaxialen Strahl des Chiridiums homologisieren, also die Axe der Extremität der Pentadactylier durch Humerus und Ulna führen müssen. Wie bekannt, führt Braus die Hauptaxe der Extremität der Pentadactylier in derselben Weise und homologisiert den Strahl Humerus—Ulna (Femur—Fibula) mit dem Hauptstrahl der Extremität von Ceratodus; dabei nimmt er an, dass sich die postaxialen Strahlen der nach dem Typus eines biserialen Archipterygiums gebauten Extremität der Protetrapoda reduziert haben, die praeaxialen sich dagegen progressiv entwickelten und sich in die Strahlen der Extremität der Pentadactylier verwandelten. Welche Richtung der Hauptstrahl in der distalen Partie des Cheiropterygiums einschlägt, lässt sich nach Braus nicht mit voller Bestimmtheit sagen: auf seinen schematischen Abbildungen führt er ihn durch den fünften Finger (ebenso wie Gegenbaur).

Die Entwickelung der Urodelenextremitäten erlaubt uns mit einer gewissen Sicherheit diesen Hauptstrahl der Pentadactylierextremität etwas weiter distal zu verlegen: wir wissen nämlich, dass die Elemente des postaxialen Strahles der Urodela ontogenetisch Gliederstücke eines primär einheitlichen prochondralen Skelettstrahles, welcher aus Ulna (Fibula), Ulnare (Fibulare) und Carpale (Tarsale) distale 4 besteht, darstellen; wir müssen annehmen, dass die Fortsetzung des Haupstrahles, *wenn sie durch das postaxiale Ele-*

ment des Zeugopodiums geht, auch durch diese Elemente des Autopodiums gehen muss. Etwas schwieriger erscheint die Frage, durch welchen der postaxialen Finger diese Axe geht, ob durch den fünften (Gegenbaur, Braus) oder den vierten? In dem Falle, wenn das Carpale (Tarsale) distale 4 der Urodela dem gleichnamigen Element der Reptilien homolog ist, erscheint es sehr wahrscheinlich, dass diese Axe durch den vierten Finger repraesentiert wird; wir finden nämlich, dass das *Carpale distale 4 bei den Urodela embryonal mit dem Ulnare-Ulna, bei den Reptilien mit dem Metacarpale des vierten Fingers im Zusammenhang steht.* Dieser Ansicht nach müssten wir den fünften Finger und die Elemente des Postminimus als postaxiale Strahlen, den dritten, zweiten und ersten Finger und den Praepollex als postaxiale Finger ansehen. In diesem Falle müssten wir für die pentadactyle Extremität eine Flosse, deren Skelett nach dem Typus eines biserialen Archipterygiums mit einer geringen Anzahl von wenig entwickelten Strahlen an der postaxialen (medianen) Seite und einer grösseren Anzahl von wohl ausgebildeten Strahlen an der praeaxialen Seite (lateralen) als Ausgangsform annehmen; einen ähnlichen (nicht ganz denselben) Typus finden wir *bei den Haien in der Brustflosse.* Bei dieser Bestimmung des Hauptstrahles bedienen wir uns zweier Kriterien, erstens der allgemeinen Lage des Skeletts der freien Extremität in der Flosse der niederen Fische und in der embryonalen Pentadactylierextremität, zweitens der strahlenartigen Entwickelung der Skelettelemente im Zeugo- und Autopodium bei den Embryonen der niederen Pentadactylier, d. h. der einheitlichen prochondralen Anlage der Strahlen in frühen Entwickelungsstadien. Dieses letztere Argument wäre vollkommen beweiskräftig, wenn der vierte Strahl sich bei irgend welcher Form der Reptilien oder der Amphibien vollkommen ununterbrochen anlegte; wir wissen, dass dies nicht der Fall ist: bei den untersuchten Urodela besteht eine Lücke zwischen Carpale 4 und Metacarpale IV (Tarsale 4 und Metatarsale IV), bei den Reptilien (Autosaurii, Schildkröten) zwischen Carpale 4 und Ulnare; obgleich die Homologie zwischen dem Carpale 4 der Urodela und dem gleichnamigen Element der Reptilien höchst wahrscheinlich erscheint, so möchte ich den soeben ausgesprochenen Satz, dass der Hauptstrahl der Extremität der niederen Pentadactylier durch den vierten Fingerstrahl geht, dennoch mit einem gewissen Vorbehalt aufstellen.

Nach diesen Bemerkungen können wir zu der Zusammenstellung unserer Resultate über die Phylogenie der Extremitäten der Pentadactylier übergehen. In den verschiedenen Kapiteln dieser Arbeit sind wir zu folgenden Schlüssen gelangt. Es ist wahrscheinlich, dass die Extremität der Pentadactylier (wir haben vorerst die vordere Extremität im Auge) sich aus einer horizontal gestellten breiten Flosse, welche mit breiter Basis der lateralen Körperwand ansass, entwickelt haben; diese Flosse lag dem Kopf ziemlich nahe.

Die Muskulatur dieser Flosse bildete sich aus metamer angeordneten Muskelsprossen resp. -knospen, was darauf hinweist, dass in früheren phylogenetischen Stadien die Muskulatur aus segmentalen Radialmuskeln bestand. An der Bildung der Muskulatur beteiligte sich eine grössere Anzahl von Metameren als bei den rezenten Pentadactyliern (Amphibien und Reptilien), so dass die Flosse der Vorfahren der Tetrapoda im Vergleich zu den rezenten Formen ein polymeres Gebilde vorstellte, und nicht weniger als aus acht Segmenten bestand; das erste von diesen Segmenten (erster Muskelspross und ebenso erster Stamm des Plexus brachialis) lag dem Kopfe sehr nahe: es war wahrscheinlich das zweite Segment des Körpers. Der Plexus brachialis wurde wahrscheinlich von nicht weniger als acht Spinalnerven gebildet. Eine differenzierte Halsregion war bei diesen Protetrapoda noch nicht entwickelt. Es fehlten auch wahrscheinlich die NN. thoracici superiores und inferiores, da die entsprechenden Muskeln noch nicht differenziert waren.

Die Muskulatur der Flosse dieser Protetrapoda bestand aus zwei Hauptmuskeln, einem dorsalen und einem ventralen: der erste lag an der dorsalen Seite des Skeletts der freien Extremität, der zweite an der ventralen. Diese Muskeln bildeten wahrscheinlich zwei breite, verhältnissmässig kurze und flache einheitliche Muskelschichten,

an denen keine Differenzierung in einzelne segmentale MM. radiales zu erkennen war. Die Muskelfasern waren fächerförmig angeordnet.

Die beiden Hauptmuskeln lagen hauptsächlich in der freien Extremität und reichten nur sehr wenig in die Rumpfregion hinein. Eine differenzierte Schultermuskulatur (im Sinne wie wir dieses Wort für die Tetrapoda gebrauchen) war nicht vorhanden. Die beiden Hauptmuskeln hefteten sich an den Schultergürtel resp. Rumpf an, ohne in einzelne spezialisierte Muskeln für die Bewegung des Schultergürtels (Latissimus dorsi, Dorsalis scapulae, Subcoracoscapularis, Deltoideus claviculae, Pectoralis etc.) zu zerfallen. Auch die sekundären Schultermuskeln (Levator scapulae superficialis, MM. serrati etc.) hatten sich aus der segmentierten Masse der Rumpfmuskulatur noch nicht herausdifferenziert, so dass die Rumpfmuskeln einfach an den Schultergürtel inserierten. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der Cucullaris s. Trapezius etc. wohl entwickelt war.

Wir haben gesagt, dass sich bei diesen Protetrapoda wahrscheinlich nur die Nerven der beiden „Hauptplexi" (Pl. superior und inferior) an der Innervation der Extremitätenmuskulatur beteiligten. Aus diesen Plexi entsprangen Nerven 1) für die dorsale Seite der Flosse (Pl. superior) und 2) für die ventrale Seite derselben (Pl. inferior); die Nerven der freien Extremität waren nur auf die entsprechende Seite der Extremität angewiesen, so dass kein Uebertreten der Nerven der dorsalen Seite auf die ventrale und umgekehrt (wie wir es bei den rezenten Pentadactyliern finden) stattfand. Wahrscheinlich war die Zahl der aus den Plexi entspringenden Nerven eine etwas grössere als bei den rezenten Pentadactyliern, aber die einzelnen Nervenstämme hatten

nicht so viel primäre und sekundäre Aeste wie bei diesen. Die Nerven der freien Extremität kreuzten die Extremitätenaxe und verliefen den auf dieser Axe sitzenden praeaxialen Strahlen entlang. Die Nerven, welche aus den beiden Pl. brachiales entsprangen und die proximalen Abschnitte der Muskulatur innervierten, waren hauptsächlich in der freien Extremität verteilt und drangen nicht in die Rumpfregion (wie wir es bei den rezenten Tetrapoda finden, NN. latissimus dorsi, dorsalis scapulae, pectoralis etc.) ein.

Das Skelett der freien Extremität der Protetrapoda bestand aus einer gewissen Anzahl von Skelettstrahlen deren Anzahl wahrscheinlich nicht grösser als sieben war; die Extremität war also nach einem relativ wenigstrahligen Typus gebaut. Wir können einen postaxialen (medianen) Hauptstrahl, welchem prae- und postaxial Nebenstrahlen ansassen, unterscheiden. An der praeaxialen Seite war eine grössere Anzahl von Strahlen (4) als an der postaxialen (2) vorhanden. Ein jeder Strahl war segmentiert und bestand aus einer verhältnissmässig grossen Anzahl von kurzen, gleichartigen Skelettstücken; die grösste Zahl solcher Glieder war wahrscheinlich im Hauptstrahl, die kleinste in den Randstrahlen vorhanden. Der Hauptstrahl der Protetrapodenflosse bildete mit der Körperaxe (Wirbelsäule) einen spitzen Winkel. Die freie Extremität artikulierte mit dem Schultergürtel mittels eines einzigen Basalgliedes (Homologon des Stylopodiums der rezenten Pentadactylier); die zweite Reihe, das Homologon des Zeugopodiums, bestand aus mindestens drei Elementen (R, i, U). Wir haben allen Grund anzunehmen, dass das Skelett der hinteren Extremität der Protetrapoda nach demselben Typus wie das der vorderen gebaut war.

In diesen kurzen aphoristischen Sätzen haben wir eine Uebersicht der Ergebnisse unserer embryologischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen über die Extremitäten der Pentadactylier, so weit diese Resultate eine phylogenetische Bedeutung haben, zu geben versucht. Ich bin mir dessen bewusst, dass Manches darin nur eine *hypothetische* Bedeutung besitzt, aber bei dem jetzigen Stande unserer Kentnisse kann es auch nicht anders sein. Ich suchte nur ohne vorgefasste Meinung soweit es mir möglich war aus den von mir und anderen beobachteten Tatsachen wahrscheinliche Schlüsse zu ziehen, wenn ich auch wohl weiss, dass manche interessante Aufgabe nur eine hypothetische Lösung zulässt. Dabei muss der Leser aber die zwei folgenden Bedenken im Gedächtnis behalten: erstens, dass das von uns entworfene Bild nichts weniger als vollständig ist und dass eine ganze Reihe von Merkmalen, welche die Extremitäten der Protetrapoda charakterisierten, ohne in der Ontogenie Spuren zu hinterlassen verloren gegangen sind; so ist es zum Beispiel sehr wahrscheinlich, dass die fischähnlichen Vorfahren der Pentadactylier in ihren Extremitäten sogenannte „sekundäre" knöcherne oder hornige Strahlen besassen; von diesen Strahlen sind nicht die geringsten Spuren erhalten geblieben, ebenso wie von den Muskelinsertionen an diese Strahlen etc. Zweitens können wir nicht mit Bestimmtheit sagen, dass alle die von uns aufgzählten Merkmale synchron existiert haben, dass mit anderen Worten zu einer bestimmten Zeit eine Tierform gelebt hat, welche alle diese Merkmale zusammen besass. Hier kann ich diese interessante Frage von der Heterochronie in der ontogenetischen Rekapitulation nur vorübergehend erwähnen und hoffe dieselbe an anderer Stelle eingehender zu besprechen.

In einem der vorigen Kapitel haben wir die Hypothesen über die Phylogenie der Extremitäten der Pentadactylier ihrem Inhalte nach in drei Gruppen geteilt, nämlich 1. die Theorien, welche im Skelett der pentadactylen Extremität eine von fischähnlichen Vorfahren ererbte strahlenartige Anordnung annehmen, 2. Theorien, welche keine ererbte Strahlenanordnung in Skelett der pentadactylen Extremität anerkennen, sondern sich dasselbe durch Neubildung, d. h. Sprossung aus einer einstrahligen (resp. zweistrahligen) Form entstanden denken; endlich 3. Theorien, welche annehmen, dass eine ererbte strahlenartige Anordnung zwar nachweisbar, dass sie aber

nur wenig erhalten, und nur in der distalen Partie der Extremität erkennbar ist; es wird dabei angenommen, dass die Mannigfaltigkeit der Elemente des Autopodiums eine für die Pentadactylier eigentümliche *Neubildung* darstellt, welche durch den sekundären Zerfall eines primär einheitlichen Skelettstücks—des Mesopterygiums—entstanden ist.

Eine jede von diesen Hauptgruppen der Hypothesen über die Phylogenie des Cheiropterygiums nimmt als Ausgangsform für dasselbe einen bestimmten Typus der Fischflosse an: die zu der ersten Gruppe gehörenden halten entweder das uniseriale Archipterygium der Selachier oder Ganoiden oder das biseriale von Ceratodus für eine solche Ausgangsform; diejenigen der zweiten Gruppe die einstrahlige „pfriemenförmige" Extremität des Protopterus, endlich die der dritten Gruppe eine zum crossopterygialen Typus gehörende Extremität (vordere Extremität des Polypterus).

Der Leser wird leicht einsehen, dass, wenn wir unter den Extremitäten der rezenten und ausgestorbenen Fische nach einer Form suchen, von der wir die Extremität der Pentadactylier ableiten könnten, für uns nur die erste Gruppe der Theorien, d. h. die Ableitung des Chiridiums von einem biserialen oder uniserialen Archipterygium in Betracht kommen kann: alle von uns erlangten Tatsachen sprechen gegen die Ableitung des Cheiropterygiums von einer ein- resp. wenigstrahligen Urform, ebenso wie von einer crossoperygialen Form. Wir haben gesehen, dass die embryologischen und vergleichend-anatomischen Tatsachen zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass das Chiridium von einer Extremitätenform abstammt, welche aus mehr als fünf Strahlen bestand und welche eine grössere Anzahl von selbstständigen Skelettelementen enthielt als die der rezenten Amphibien und Reptilien. All' dies weist auf eine Reduktion der Skelettelemente bei der progressiven Entwickelung der typischen Extremität der Tetrapoda hin und zeugt gegen eine Neubildung der Elemente, wie es die Hypothesen, welche das Chiridium aus einer wenigstrahligen (ein- oder zweistrahligen) Form abgeleiten sehen wollen, erfordern. Auch die Entwickelung der Muskeln und Nerven der freien Extremität spricht entschieden gegen diese Annahme. Andererseits haben wir gesehen, dass der Umstand, dass bei den Urodelen die Fingerstrahlen sich successiv nacheinander anlegen und entwickeln, welcher als Hauptargument für diese Hypothese ange-

führt worden ist, wenn wir diese Tatsache mit dem, was wir über die Entwickelung der Finger bei den übrigen Pentadactyliern wissen (Anura, Reptilien), vergleichen, eine andere und, wie mir scheint, natürlichere Deutung zulässt (vergl. S. 358—363), als die Annahme, dass die pentadactyle Extremität sich aus einer Protopterusflosse (Baur, Zwick, Rabl und and.) entwickelt hat.

Bei den Reptilien und Anuren legen sich die Elemente des Carpus und des Tarsus als diskrete Bildungen an und verschmelzen miteinander bei der weiteren Entwickelung; der Ausgangspunkt der Entwickelung ist ein diskreter Zustand und nicht umgekehrt. Bei der Entwickelung der Reptilien und Urodela finden wir eine deutliche strahlenförmige Anordnung der Elemente, welche wir als einen primitiven Zustand ansehen müssen. Verbindungen und Verschmelzungen zwischen den einzelnen Elementen des Carpus und Tarsus treten erst später auf und sind als eine sekundäre Erscheinung anzusehen. Diese Tatsachen sprechen entschieden gegen die Hypothesen Mollier's, Claatschs und Emery's, d. h. gegen die Abstammung des Cheiropterygiums von einer crossopterygialen Form und gegen die sekundäre Teilung eines primär einheitlichen Basipodiums in einzelne Carpalia und Tarsalia. In Bezug auf die Ableitung des Chiridiums von dieser oder jener Form eines Archipterygiums müssen wir Folgendes bemerken: in letzterer Zeit sind mehrfach Versuche gemacht worden, die Extremität der Pentadactylier von der Extremität des Ceratodus abzuleiten und die Merkmale, welche wir im entwickelten Zustande bei Ceratodus finden, für diese Ableitung zu verwerten. Die bedeutendsten von diesen Versuchen verdanken wir, wie gesagt, Braus ('01) und Semon ('98). Die Gründe, welche für eine solche Phylogenie sprechen, sind folgender Art. Ceratodus besitzt, ebenso wie die Tetrapoda, ein Stylopodium, d. h. die freie Extremität artikuliert bei ihm mit dem Schlutergürtel mittels eines einzigen stabförmigen Elements (Basalglied des Axenstrahls), welcher dem Humerus s. Femur homolog ist: individuelle Variationen und die Entwickelungsgeschichte zeigen, dass das zweite Glied des Axenstrahles, welches demnach dem Zeugopodium entsprechen muss, aus zwei einander parallel liegenden und mit einander verwachsenen Elementen (den Homologa des Radius und der Ulna) besteht; Braus erblickt weiter in dem Basalknorpel des zweiten praeaxialen Strahles das Homologon eines Intermediums. Weiter ist die Tatsache,

dass bei Ceratodus eine synartrotische Verbindung zwischen Schultergürtel und erstem Axenglied und zwischen dem ersten und zweiten Axengliedern besteht, für diese Ansicht ins Feld geführt worden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass in den angeführten Tatsachen eine Reihe von Merkmalen vorliegen, welche den Tetrapoda und Ceratodus gemein sind. Es ist die Frage, wieweit diesen Merkmalen eine phylogenetische Bedeutung beigemessen werden kann und ob hier nicht Parallelismen in der Entwickelung, welche sich ohne phylogenetischen Zusammenhang entwickelt haben, vorliegen? Ich glaube, dass im besten Falle, wenn wir einen phylogenetischen Zusammenhang zwischen der Dipnoern und den Tetrapoda voraussetzen, d. h. annehmen, dass diese beiden Gruppen sich aus einer gemeinsamen Stammform entwickelt haben, welche sich von dem gemeinsamen Stamm der Palaeichtyes abgezweigt hat und die für die Dipnoer charakteristische Merkmale besass, müssen wir dennoch gewisse Reserven machen. Braus betont, dass das Dipnopterygium sich von der Urform, von der aus sich die Tetrapoda entwickelt haben, durch „sein enormes terminales Wachstum“ unterscheidet und nimmt an, dass die Stammform des Chiridiums in einer dem Selacho- und Dipnopterygium gemeinsamen Uranlage gesucht werden muss. Doch nimmt er an, dass diese Uranlage die Form eines biserialen Archipterygiums, d. h. doch eines Dipnopterygiums besass.

In jedem Falle müssen wir annehmen, dass die Tetrapoda sich aus einer Form entwickelt haben, bei der das zweite Glied des Axenstrahles (Homologon der Ulna) und das basale Glied des praeaxialen (dorsalen) ersten Strahles (Radius) noch getrennt waren; dann führen uns die Tatsachen der Entwickelungsgeschichte der Urodela und der Reptilien zu der Ansicht, dass das Intermedium primär zwischen diesen Elementen des Zeugopodiums lag und im Laufe der Phylogenie in die Autopodiumregion eingetreten, als distalwärts gewandert ist. Das Homologon des Intermediums bei Ceratodus hat nicht diese Lage, sondern dasselbe liegt in der Region, aus der sich, der Hypothese nach, das Basipodium gebildet hat.

In den vorhergehenden Abschnitten dieser Arbeit haben wir gesehen, dass neben diesen Aehnlichkeiten zwischen Ceratodus und den Pentadactyliern auch nicht unbedeutende Unterschiede beste-

hen. 1. Die Stellung der Extremität bei Ceratodus (vordere Extremität) ist eine andere als bei den Pentadactyliern: wir müssen annehmen, dass die Extremität der Pentadactylier sich von einer Form, abgezweigt hat, bei der die Extremitäten noch eine horizontale Stellung besassen; da es sehr wahrscheinlich ist, dass die Vorfahren des Ceratodus auch diese horizontale Stellung der Extremitäten besassen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass die Extremitäten der Pentadactylier und der Dipnoi in divergenten Richtungen evoluiert haben. Doch ist es dabei sehr fraglich, ob der horizontal gestellten Extremität der Vorfahren von Ceratodus die Merkmale zukamen, welche für sie so charakteristisch sind, z. B. die Musculi pterygiales proprii, die synartrotische Verbindung der basalen Glieder der Hauptaxe, des Stylopodiums etc. Wäre die Annahme nicht wahrscheinlicher, dass die Flosse, welche dieselbe Lage wie die der Selachier hatte, in diesen Beziehungen nicht höher stand als diese und dass die Spezialisierungen, welche die Ceratodusflosse mit der Extremität der Tetrapoda verbindet, sich nur bei der mit ihrem Funktionswechsel (Stützfunktion) verbundenen Drehung der Flosse entwickelt haben? Aber in diesem Falle müssten wir annehmen, dass im Dipnopterygium und im Chiridium die Entwickelung einen voneinander unabhängigen Verlauf genommen hat und dass die in Rede stehenden Aehnlichkeiten zwischen beiden Extremitätentypen das Resultat eines durch ähnliche Funktion hervorgerufenen Parallelismus in der Entwickelung sind. 2. Für diese letzte Behauptung sprechen manche Tatsachen: erstens die schon von uns besprochenen Beziehungen der Nerven zu der Skelettaxe bei Ceratodus und bei den Embryonen der Pentadactylier; wir wissen, dass bei diesen letzteren die Nerven die Extremitätenaxe (Humerus-Ulna) in einem gewissen Winkel kreuzen, während bei Ceratodus die Nerven der Extremitätenaxe entlang verlaufen; in dieser Beziehung sind die Embryonen der Pentadactylier den Selachiern und Ganoiden ähnlicher als den Dipnoern. Es ist wohl möglich, dass (wenn wir an der Hypothese über die Abstammung des Cheiropterygiums vom Dipnopterygium festhalten) bei den Vorfahren von Ceratodus dieselben primitiveren Lagebeziehungen der Nerven zu der Skeletaxe der Extremität, die wir bei den Embryonen der Pentadactylier vorfinden [1]), bestanden, aber in diesem Falle müssten wir annehmen, dass die Axe der Extremität (Hauptstrahl) bei den Vorfahren der

Dipnoi ebenso orientiert war wie bei den Embryonen der Reptilien und bei den Selachiern, *d. h. einen spitzen Winkel mit der Körperaxe bildete oder selbst dieser letzteren beinahe parallel ging.* Mit dieser Lage der Skelettaxe lässt sich die Vorstellung *des Baues eines biserialen Dipnopterygiums schwer vereinigen.*

3. Weiter sind die Muskeln der Ceratodusextremität in manchen Beziehungen sehr spezialisiert: eine solche Spezialisierung finde ich z. B. in der sekundären Segmentierung der Muskulatur der Flosse, welche der Gliederung der Axenstrahles entspricht [2]).

Wie wir gesehen haben, ist die Muskulatur der pentadactylen Extremität nach einem anderen Typus gebaut, und in dieser Beziehung besteht zwischen den Muskelanlagen der Embryonen der Pentadactylier und den Ganoiden und Selachiern eine grössere Aehnlichkeit als zwischen ersteren und Ceratodus. Auch im Skelett finden wir manche Verschiedenheiten, welche die Vergleichung erschweren; die Lage des Intermediums und die Tatsache, dass die beiden Homologa der Elemente des Zeugopodiums (2-tes Glied des Hauptstrahles und Basalglied des ersten praeaxialen Nebenstrahles) bei den Vorfahren der Dipnoer getrennt waren, haben wir bereits

---

[1]) Ich bezeichne diese Lage als die primitivere, weil wir diese Verhältnisse auch bei den Selachiern und Knorpelganoiden, also bei weit von einander stehenden Formen, wiederfinden.

[2]) Ich muss bemerken, dass mir die von Braus ('00, S. 82) angenommene Homologisierung der haploneuren Zonen der Selachierflosse mit den Segmenten der Ceratodusflosse und die daraus gefolgerte Primitivität dieser Muskelsegmente bei Ceratodus als eine sehr gesuchte erscheint. Mir scheint, dass wenn wir die Muskulatur der Selachierflosse mit derjenigen der Ceratodusflosse homologisieren wollen, wir von den Muskelknospen und Sprossen, welche in frühen Entwickelungsstadien in beiden vorkommen, und nicht von der Verteilung der Nerven in den Muskeln im definitiven Zustande ausgehen müssen, da letzterer ein definitives Endstadium einer spezialisierten phylogenetischen Entwickelungsreihe darstellt. Ohne in eine detaillierte Kritik der Ansichten und Hypothesen von Braus über die Homologien der Nerven und Muskeln der Selachier und Dipnoer einzugehen, was mich zu weit von dem Thema der vorliegenden Arbeit ableiten würde, muss ich betonen, das ich in Bezug auf die Segmentierung der Flossenmuskulatur von Ceratodus im erwachsenen Zustande mit Salensky ('98) übereinstimme und sie für eine sekundäre Segmentierung, eine Anpassung an die Metamerie des Hauptstrahles halte. Die primäre Metamerie der Ceratodusflosse, welche derjenigen der Selachier entspricht, kommt in den Muskelknospen zum Ausdruck.

erwähnt. Braus hat bereits betont, dass die Entwickelung des Axenstrahles bei Ceratodus und seine ausserordentliche Länge wahrscheinlich ein für die Dipnoer charakteristisches Merkmal ist, welches sich speziell in dieser Gruppe entwickelt hat. Ich bin gleichfalls der Ansicht, dass die Vorfahren der Dipnoer eine kürzere, weniger gegliederte Extremitätenaxe besassen. Infolge dieser Bedenken erscheint mir die Annahme, dass die pentadactyle Extremität sich aus einem Dipnopterygium, welches im speziellen nach dem Ceratodustypus gebaut war, entwickelt hat, als eine ziemlich gewagte Hypothese. Ich glaube, dass viele Aehnlichkeiten zwischen der Ceratodusflosse und der Extremität der Tetrapoda sich als Konvergenzerscheinungen erklären lassen und von den Vorfahren des Ceratodus unabhängig von den Tetrapoda erworben sind. Damit will ich die Hypothese, dass die Dipnoer und die Tetrapoda sich aus einer gemeinsamen Stammform entwickelt haben, nicht zurückweisen: diese Hypothese kann nur durch die Vergleichung der ganzen Summe der Merkmale, sowohl der Ergebnisse der vergleichenden Anatomie, als derjenigen der ontogenetischen Untersuchung bestätigt oder zurückgewiesen werden. Ich muss bemerken, dass meine persönlichen Untersuchungen über die Entwickelung des Kopfskelettes und der Nerven von Ceratodus zu Gunsten der Abstammung der Dipnoer und der Tetrapoda, speziell der Urodela, von einer gemeinsamen Stammform sprechen. Aber auf Grund dieser Untersuchungen bin ich zu dem Schlusse gekommen, dass Ceratodus nach seiner Ablösung von dieser gemeinsamen Stammform eine lange und eigenartige Evolution durchgemacht und sich von dem Typus der anzestralen Urform stark entfernt hat. Dasselbe muss man, wie mir scheint, auch in Bezug auf die Entwickelung der Extremitäten von Ceratodus sagen: wir haben es hier mit stark abgeänderten Extremitäten, welche sich von dem Typus der gemeinsamen Urform der Dipnoi und der Pentadactylier weit entfernt haben, zu tun; die Differenzen, welche zwischen den Extremitäten der Monopneumones und der Dipneumones bestehen, sprechen auch für diese Ansicht. Wir kommen zu dem Schlusse, dass die Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier sich aus einer Extremitätenform, welche viel weniger spezialisiert war als die Extremität von Ceratodus und ihrem Skelettbau nach der Extremität der Selachier nahe stand. Wie wir uns den Bau dieser Extremität vorstellen, haben wir im Vorhergehenden ausführ-

lich erörtert; hier will ich nur einen Punkt betonen: die Axe dieser Extremität lag in einem spitzen, caudal offenem Winkel zu der Körperaxe, die Basis der Extremität war breit, und das Skelett nach dem Typus eines biserialen Archipterygiums gebaut; die beiden Seiten dieses Archipterygiums waren jedoch ungleichmässig entwickelt: an der praeaxialen Seite war eine grössere Anzahl von Strahlen vorhanden als an der postaxialen, und eben der proximale Abschnitt der Axe war an der postaxialen Seite frei von Strahlen. Doch ist dies nicht so zu deuten, dass hier primär ebenfalls Strahlen vorhanden waren und dass sich dieselben bei der Entwickelung des Chiridiums reduziert haben; daraus, dass die Extremität mit breiter Basis der Körperwand aufsitzt, folgere ich, dass hier (d. h. an der postaxialen Seite des Humerus und der Ulna) überhaupt keine Strahlen angelegt wurden, da diese Seite der primitiven Extremität nicht frei war, sondern mit der Rumpfwand grenzte; die Radien sassen folglich nur am distalen freien Abschnitt, wie bei den Selachiern.

Wenn aber diese Bedenken richtig sind und wir von den für die rezenten Dipnoer charakteristischen Merkmalen absehen und uns ein Bild der Extremitäten der gemeinsamen Vorfahren der Dipnoer und der Tetrapoda zu machen versuchen, so erscheint es ziemlich wahrscheinlich, dass die in Rede stehenden Aehnlichkeiten eher als Konvergenzerscheinungen und nicht als Merkmale, denen eine phylogenetische Bedeutung zukommt und die bei den gemeinsamen Vorfahren der Dipnoer und der Tetrapoda vorhanden waren, zu deuten sind.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass wir unter den Extremitäten der rezenten Fische keine bestimmte Form finden können, auf die wir die Extremität der Pentadactylier zurückführen könnten. In einigen Merkmalen nähern sich diese Extremitäten den Ganoiden, in anderen den Selachiern oder Dipnoern. Wir müssen annehmen, dass die Extremitäten der Tetrapoda sich aus einer noch unbekannten Form, welche in mancher Hinsicht einen sehr primitiven Bau besass, herausdifferenziert haben. Im vorhergehenden haben wir den Versuch gemacht die Merkmale, durch welche sich diese Form charakterisieren lässt, zu rekonstruieren.

Für die Figuren auf den Tafeln und im Text gültige Bezeichnungen.

A.	Astragalus.
A.	vorderer Auswuchs des proximalen Teils der dorsolateralen Muskelanlage (Anlage des M. deltoideus claviculae).
Ab. d. dm. / Abd. m. d. . . .	M. abductor digiti minimi.
Ab. ex. p. l. . . .	M. abductor et extensor pollicis longus.
Ab. p. br.	M. abductor pollicis brevis.
A. br. / Art. br.	Arteria brachialis.
Ad. d. m.	M. adductor digiti minimi.
Ad. pol.	M. adductor pollicis.
An.	Anconeus Muskulatur.
an.	N. anconeus.
An. h.	C. humerale m. anconei.
An. h. l.	C. humerale laterale m. anconei.
An. qu.	M. anconeus quintus.
An. sc.	C. scapulare m. anconei.
Ant.	Antebrachiumabschnitt der Extremität.
Av_1	Anlage des ersten Rumpfwirbelbogens.
Bi.	M. biceps.
bi.	N. biceps.
Br.	Brachiumabschnitt der Extremität.
br. i.	N. brachialis inferior.
br. l. i. l.	N. brachialis longus inferior lateralis.
br. l. in.	N. brachialis longus inferior.
br. l. s.	N. brachialis longus superior.
Bv.	Basalvene.
C.	Centrale.
c. c.	carpale commune.
C_1, C_2, C_3	Centralia 1—3.
c_1—c_5.	carpalia distalia 1—5.
cbr.	N. coracobrachialis.
C. br. br.	M. coracobrachialis brevis.
Ch.	Chorda dorsalis.
Cl.	Clavicula.
Cr.	Coracoideum.
cr.	Kaudaler Rand der Extremität.

nicht so viel primäre und sekundäre Aeste wie bei diesen. Die Nerven der freien Extremität kreuzten die Extremitätenaxe und verliefen den auf dieser Axe sitzenden praeaxialen Strahlen entlang. Die Nerven, welche aus den beiden Pl. brachiales entsprangen und die proximalen Abschnitte der Muskulatur innervierten, waren hauptsächlich in der freien Extremität verteilt und drangen nicht in die Rumpfregion (wie wir es bei den rezenten Tetrapoda finden, NN. latissimus dorsi, dorsalis scapulae, pectoralis etc.) ein.

Das Skelett der freien Extremität der Protetrapoda bestand aus einer gewissen Anzahl von Skelettstrahlen deren Anzahl wahrscheinlich nicht grösser als sieben war; die Extremität war also nach einem relativ wenigstrahligen Typus gebaut. Wir können einen postaxialen (medianen) Hauptstrahl, welchem prae- und postaxial Nebenstrahlen ansassen, unterscheiden. An der praeaxialen Seite war eine grössere Anzahl von Strahlen (4) als an der postaxialen (2) vorhanden. Ein jeder Strahl war segmentiert und bestand aus einer verhältnissmässig grossen Anzahl von kurzen, gleichartigen Skelettstücken; die grösste Zahl solcher Glieder war wahrscheinlich im Hauptstrahl, die kleinste in den Randstrahlen vorhanden. Der Hauptstrahl der Protetrapodenflosse bildete mit der Körperaxe (Wirbelsäule) einen spitzen Winkel. Die freie Extremität artikulierte mit dem Schultergürtel mittels eines einzigen Basalgliedes (Homologon des Stylopodiums der rezenten Pentadactylier); die zweite Reihe, das Homologon des Zeugopodiums, bestand aus mindestens drei Elementen (R, i, U). Wir haben allen Grund anzunehmen, dass das Skelett der hinteren Extremität der Protetrapoda nach demselben Typus wie das der vorderen gebaut war.

In diesen kurzen aphoristischen Sätzen haben wir eine Uebersicht der Ergebnisse unserer embryologischen und vergleichend-anatomischen Untersuchungen über die Extremitäten der Pentadactylier, so weit diese Resultate eine phylogenetische Bedeutung haben, zu geben versucht. Ich bin mir dessen bewusst, dass Manches darin nur eine *hypothetische* Bedeutung besitzt, aber bei dem jetzigen Stande unserer Kentnisse kann es auch nicht anders sein. Ich suchte nur ohne vorgefasste Meinung soweit es mir möglich war aus den von mir und anderen beobachteten Tatsachen wahrscheinliche Schlüsse zu ziehen, wenn ich auch wohl weiss, dass manche interessante Aufgabe nur eine hypothetische Lösung zulässt. Dabei muss der Leser aber die zwei folgenden Bedenken im Gedächtnis behalten: erstens, dass das von uns entworfene Bild nichts weniger als vollständig ist und dass eine ganze Reihe von Merkmalen, welche die Extremitäten der Protetrapoda charakterisierten, ohne in der Ontogenie Spuren zu hinterlassen verloren gegangen sind; so ist es zum Beispiel sehr wahrscheinlich, dass die fischähnlichen Vorfahren der Pentadactylier in ihren Extremitäten sogenannte „sekundäre" knöcherne oder hornige Strahlen besassen; von diesen Strahlen sind nicht die geringsten Spuren erhalten geblieben, ebenso wie von den Muskelinsertionen an diese Strahlen etc. Zweitens können wir nicht mit Bestimmtheit sagen, dass alle die von uns aufgzählten Merkmale synchron existiert haben, dass mit anderen Worten zu einer bestimmten Zeit eine Tierform gelebt hat, welche alle diese Merkmale zusammen besass. Hier kann ich diese interessante Frage von der Heterochronie in der ontogenetischen Rekapitulation nur vorübergehend erwähnen und hoffe dieselbe an anderer Stelle eingehender zu besprechen.

In einem der vorigen Kapitel haben wir die Hypothesen über die Phylogenie der Extremitäten der Pentadactylier ihrem Inhalte nach in drei Gruppen geteilt, nämlich 1. die Theorien, welche im Skelett der pentadactylen Extremität eine von fischähnlichen Vorfahren ererbte strahlenartige Anordnung annehmen, 2. Theorien, welche keine ererbte Strahlenanordnung in Skelett der pentadactylen Extremität anerkennen, sondern sich dasselbe durch Neubildung, d. h. Sprossung aus einer einstrahligen (resp. zweistrahligen) Form entstanden denken; endlich 3. Theorien, welche annehmen, dass eine ererbte strahlenartige Anordnung zwar nachweisbar, dass sie aber

nur wenig erhalten, und nur in der distalen Partie der Extremität erkennbar ist; es wird dabei angenommen, dass die Mannigfaltigkeit der Elemente des Autopodiums eine für die Pentadactylier eigentümliche *Neubildung* darstellt, welche durch den sekundären Zerfall eines primär einheitlichen Skelettstücks—des Mesopterygiums—entstanden ist.

Eine jede von diesen Hauptgruppen der Hypothesen über die Phylogenie des Cheiropterygiums nimmt als Ausgangsform für dasselbe einen bestimmten Typus der Fischflosse an: die zu der ersten Gruppe gehörenden halten entweder das uniseriale Archipterygium der Selachier oder Ganoiden oder das biseriale von Ceratodus für eine solche Ausgangsform; diejenigen der zweiten Gruppe die einstrahlige „pfriemenförmige" Extremität des Protopterus, endlich die der dritten Gruppe eine zum crossopterygialen Typus gehörende Extremität (vordere Extremität des Polypterus).

Der Leser wird leicht einsehen, dass, wenn wir unter den Extremitäten der rezenten und ausgestorbenen Fische nach einer Form suchen, von der wir die Extremität der Pentadactylier ableiten könnten, für uns nur die erste Gruppe der Theorien, d. h. die Ableitung des Chiridiums von einem biserialen oder uniserialen Archipterygium in Betracht kommen kann: alle von uns erlangten Tatsachen sprechen gegen die Ableitung des Cheiropterygiums von einer ein- resp. wenigstrahligen Urform, ebenso wie von einer crossoperygialen Form. Wir haben gesehen, dass die embryologischen und vergleichend-anatomischen Tatsachen zu Gunsten der Ansicht sprechen, dass das Chiridium von einer Extremitätenform abstammt, welche aus mehr als fünf Strahlen bestand und welche eine grössere Anzahl von selbstständigen Skelettelementen enthielt als die der rezenten Amphibien und Reptilien. All' dies weist auf eine Reduktion der Skelettelemente bei der progressiven Entwickelung der typischen Extremität der Tetrapoda hin und zeugt gegen eine Neubildung der Elemente, wie es die Hypothesen, welche das Chiridium aus einer wenigstrahligen (ein- oder zweistrahligen) Form abgeleiten sehen wollen, erfordern. Auch die Entwickelung der Muskeln und Nerven der freien Extremität spricht entschieden gegen diese Annahme. Andererseits haben wir gesehen, dass der Umstand, dass bei den Urodelen die Fingerstrahlen sich successiv nacheinander anlegen und entwickeln, welcher als Hauptargument für diese Hypothese ange-

führt worden ist, wenn wir diese Tatsache mit dem, was wir über die Entwickelung der Finger bei den übrigen Pentadactyliern wissen (Anura, Reptilien), vergleichen, eine andere und, wie mir scheint, natürlichere Deutung zulässt (vergl. S. 358—363), als die Annahme, dass die pentadactyle Extremität sich aus einer Protopterusflosse (Baur, Zwick, Rabl und and.) entwickelt hat.

Bei den Reptilien und Anuren legen sich die Elemente des Carpus und des Tarsus als diskrete Bildungen an und verschmelzen miteinander bei der weiteren Entwickelung; der Ausgangspunkt der Entwickelung ist ein diskreter Zustand und nicht umgekehrt. Bei der Entwickelung der Reptilien und Urodela finden wir eine deutliche strahlenförmige Anordnung der Elemente, welche wir als einen primitiven Zustand ansehen müssen. Verbindungen und Verschmelzungen zwischen den einzelnen Elementen des Carpus und Tarsus treten erst später auf und sind als eine sekundäre Erscheinung anzusehen. Diese Tatsachen sprechen entschieden gegen die Hypothesen Mollier's, Claatschs und Emery's, d. h. gegen die Abstammung des Cheiropterygiums von einer crossopterygialen Form und gegen die sekundäre Teilung eines primär einheitlichen Basipodiums in einzelne Carpalia und Tarsalia. In Bezug auf die Ableitung des Chiridiums von dieser oder jener Form eines Archipterygiums müssen wir Folgendes bemerken: in letzterer Zeit sind mehrfach Versuche gemacht worden, die Extremität der Pentadactylier von der Extremität des Ceratodus abzuleiten und die Merkmale, welche wir im entwickelten Zustande bei Ceratodus finden, für diese Ableitung zu verwerten. Die bedeutendsten von diesen Versuchen verdanken wir, wie gesagt, Braus ('01) und Semon ('98). Die Gründe, welche für eine solche Phylogenie sprechen, sind folgender Art. Ceratodus besitzt, ebenso wie die Tetrapoda, ein Stylopodium, d. h. die freie Extremität artikuliert bei ihm mit dem Schlutergürtel mittels eines einzigen stabförmigen Elements (Basalglied des Axenstrahls), welcher dem Humerus s. Femur homolog ist: individuelle Variationen und die Entwickelungsgeschichte zeigen, dass das zweite Glied des Axenstrahles, welches demnach dem Zeugopodium entsprechen muss, aus zwei einander parallel liegenden und mit einander verwachsenen Elementen (den Homologa des Radius und der Ulna) besteht; Braus erblickt weiter in dem Basalknorpel des zweiten praeaxialen Strahles das Homologon eines Intermediums. Weiter ist die Tatsache,

dass bei Ceratodus eine synartrotische Verbindung zwischen Schultergürtel und erstem Axenglied und zwischen dem ersten und zweiten Axengliedern besteht, für diese Ansicht ins Feld geführt worden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass in den angeführten Tatsachen eine Reihe von Merkmalen vorliegen, welche den Tetrapoda und Ceratodus gemein sind. Es ist die Frage, wieweit diesen Merkmalen eine phylogenetische Bedeutung beigemessen werden kann und ob hier nicht Parallelismen in der Entwickelung, welche sich ohne phylogenetischen Zusammenhang entwickelt haben, vorliegen? Ich glaube, dass im besten Falle, wenn wir einen phylogenetischen Zusammenhang zwischen der Dipnoern und den Tetrapoda voraussetzen, d. h. annehmen, dass diese beiden Gruppen sich aus einer gemeinsamen Stammform entwickelt haben, welche sich von dem gemeinsamen Stamm der Palaeichtyes abgezweigt hat und die für die Dipnoer charakteristische Merkmale besass, müssen wir dennoch gewisse Reserven machen. Braus betont, dass das Dipnopterygium sich von der Urform, von der aus sich die Tetrapoda entwickelt haben, durch „sein enormes terminales Wachstum“ unterscheidet und nimmt an, dass die Stammform des Chiridiums in einer dem Selacho- und Dipnopterygium gemeinsamen Uranlage gesucht werden muss. Doch nimmt er an, dass diese Uranlage die Form eines biserialen Archipterygiums, d. h. doch eines Dipnopterygiums besass.

In jedem Falle müssen wir annehmen, dass die Tetrapoda sich aus einer Form entwickelt haben, bei der das zweite Glied des Axenstrahles (Homologon der Ulna) und das basale Glied des praeaxialen (dorsalen) ersten Strahles (Radius) noch getrennt waren; dann führen uns die Tatsachen der Entwickelungsgeschichte der Urodela und der Reptilien zu der Ansicht, dass das Intermedium primär zwischen diesen Elementen des Zeugopodiums lag und im Laufe der Phylogenie in die Autopodiumregion eingetreten, als distalwärts gewandert ist. Das Homologon des Intermediums bei Ceratodus hat nicht diese Lage, sondern dasselbe liegt in der Region, aus der sich, der Hypothese nach, das Basipodium gebildet hat.

In den vorhergehenden Abschnitten dieser Arbeit haben wir gesehen, dass neben diesen Aehnlichkeiten zwischen Ceratodus und den Pentadactyliern auch nicht unbedeutende Unterschiede beste-

hen. 1. Die Stellung der Extremität bei Ceratodus (vordere Extremität) ist eine andere als bei den Pentadactyliern: wir müssen annehmen, dass die Extremität der Pentadactylier sich von einer Form, abgezweigt hat, bei der die Extremitäten noch eine horizontale Stellung besassen; da es sehr wahrscheinlich ist, dass die Vorfahren des Ceratodus auch diese horizontale Stellung der Extremitäten besassen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass die Extremitäten der Pentadactylier und der Dipnoi in divergenten Richtungen evoluiert haben. Doch ist es dabei sehr fraglich, ob der horizontal gestellten Extremität der Vorfahren von Ceratodus die Merkmale zukamen, welche für sie so charakteristisch sind, z. B. die Musculi pterygiales proprii, die synartrotische Verbindung der basalen Glieder der Hauptaxe, des Stylopodiums etc. Wäre die Annahme nicht wahrscheinlicher, dass die Flosse, welche dieselbe Lage wie die der Selachier hatte, in diesen Beziehungen nicht höher stand als diese und dass die Spezialisierungen, welche die Ceratodusflosse mit der Extremität der Tetrapoda verbindet, sich nur bei der mit ihrem Funktionswechsel (Stützfunktion) verbundenen Drehung der Flosse entwickelt haben? Aber in diesem Falle müssten wir annehmen, dass im Dipnopterygium und im Chiridium die Entwickelung einen voneinander unabhängigen Verlauf genommen hat und dass die in Rede stehenden Aehnlichkeiten zwischen beiden Extremitätentypen das Resultat eines durch ähnliche Funktion hervorgerufenen Parallelismus in der Entwickelung sind. 2. Für diese letzte Behauptung sprechen manche Tatsachen: erstens die schon von uns besprochenen Beziehungen der Nerven zu der Skelettaxe bei Ceratodus und bei den Embryonen der Pentadactylier; wir wissen, dass bei diesen letzteren die Nerven die Extremitätenaxe (Humerus-Ulna) in einem gewissen Winkel kreuzen, während bei Ceratodus die Nerven der Extremitätenaxe entlang verlaufen; in dieser Beziehung sind die Embryonen der Pentadactylier den Selachiern und Ganoiden ähnlicher als den Dipnoern. Es ist wohl möglich, dass (wenn wir an der Hypothese über die Abstammung des Cheiropterygiums vom Dipnopterygium festhalten) bei den Vorfahren von Ceratodus dieselben primitiveren Lagebeziehungen der Nerven zu der Skeletaxe der Extremität, die wir bei den Embryonen der Pentadactylier vorfinden [1]), bestanden, aber in diesem Falle müssten wir annehmen, dass die Axe der Extremität (Hauptstrahl) bei den Vorfahren der

Dipnoi ebenso orientiert war wie bei den Embryonen der Reptilien und bei den Selachiern, *d. h. einen spitzen Winkel mit der Körperaxe bildete oder selbst dieser letzteren beinahe parallel ging.* Mit dieser Lage der Skelettaxe lässt sich die Vorstellung *des Baues eines biserialen Dipnopterygiums schwer vereinigen.*

3. Weiter sind die Muskeln der Ceratodusextremität in manchen Beziehungen sehr spezialisiert: eine solche Spezialisierung finde ich z. B. in der sekundären Segmentierung der Muskulatur der Flosse, welche der Gliederung der Axenstrahles entspricht [2]).

Wie wir gesehen haben, ist die Muskulatur der pentadactylen Extremität nach einem anderen Typus gebaut, und in dieser Beziehung besteht zwischen den Muskelanlagen der Embryonen der Pentadactylier und den Ganoiden und Selachiern eine grössere Aehnlichkeit als zwischen ersteren und Ceratodus. Auch im Skelett finden wir manche Verschiedenheiten, welche die Vergleichung erschweren; die Lage des Intermediums und die Tatsache, dass die beiden Homologa der Elemente des Zeugopodiums (2-tes Glied des Hauptstrahles und Basalglied des ersten praeaxialen Nebenstrahles) bei den Vorfahren der Dipnoer getrennt waren, haben wir bereits

---

[1]) Ich bezeichne diese Lage als die primitivere, weil wir diese Verhältnisse auch bei den Selachiern und Knorpelganoiden, also bei weit von einander stehenden Formen, wiederfinden.

[2]) Ich muss bemerken, dass mir die von Braus ('00, S. 82) angenommene Homologisierung der haploneuren Zonen der Selachierflosse mit den Segmenten der Ceratodusflosse und die daraus gefolgerte Primitivität dieser Muskelsegmente bei Ceratodus als eine sehr gesuchte erscheint. Mir scheint, dass wenn wir die Muskulatur der Selachierflosse mit derjenigen der Ceratodusflosse homologisieren wollen, wir von den Muskelknospen und Sprossen, welche in frühen Entwickelungsstadien in beiden vorkommen, und nicht von der Verteilung der Nerven in den Muskeln im definitiven Zustande ausgehen müssen, da letzterer ein definitives Endstadium einer spezialisierten phylogenetischen Entwickelungsreihe darstellt. Ohne in eine detaillierte Kritik der Ansichten und Hypothesen von Braus über die Homologien der Nerven und Muskeln der Selachier und Dipnoer einzugehen, was mich zu weit von dem Thema der vorliegenden Arbeit ableiten würde, muss ich betonen, das ich in Bezug auf die Segmentierung der Flossenmuskulatur von Ceratodus im erwachsenen Zustande mit Salensky ('98) übereinstimme und sie für eine sekundäre Segmentierung, eine Anpassung an die Metamerie des Hauptstrahles halte. Die primäre Metamerie der Ceratodusflosse, welche derjenigen der Selachier entspricht, kommt in den Muskelknospen zum Ausdruck.

erwähnt. Braus hat bereits betont, dass die Entwickelung des Axenstrahles bei Ceratodus und seine ausserordentliche Länge wahrscheinlich ein für die Dipnoer charakteristisches Merkmal ist, welches sich speziell in dieser Gruppe entwickelt hat. Ich bin gleichfalls der Ansicht, dass die Vorfahren der Dipnoer eine kürzere, weniger gegliederte Extremitätenaxe besassen. Infolge dieser Bedenken erscheint mir die Annahme, dass die pentadactyle Extremität sich aus einem Dipnopterygium, welches im speziellen nach dem Ceratodustypus gebaut war, entwickelt hat, als eine ziemlich gewagte Hypothese. Ich glaube, dass viele Aehnlichkeiten zwischen der Ceratodusflosse und der Extremität der Tetrapoda sich als Konvergenzerscheinungen erklären lassen und von den Vorfahren des Ceratodus unabhängig von den Tetrapoda erworben sind. Damit will ich die Hypothese, dass die Dipnoer und die Tetrapoda sich aus einer gemeinsamen Stammform entwickelt haben, nicht zurückweisen: diese Hypothese kann nur durch die Vergleichung der ganzen Summe der Merkmale, sowohl der Ergebnisse der vergleichenden Anatomie, als derjenigen der ontogenetischen Untersuchung bestätigt oder zurückgewiesen werden. Ich muss bemerken, dass meine persönlichen Untersuchungen über die Entwickelung des Kopfskelettes und der Nerven von Ceratodus zu Gunsten der Abstammung der Dipnoer und der Tetrapoda, speziell der Urodela, von einer gemeinsamen Stammform sprechen. Aber auf Grund dieser Untersuchungen bin ich zu dem Schlusse gekommen, dass Ceratodus nach seiner Ablösung von dieser gemeinsamen Stammform eine lange und eigenartige Evolution durchgemacht und sich von dem Typus der anzestralen Urform stark entfernt hat. Dasselbe muss man, wie mir scheint, auch in Bezug auf die Entwickelung der Extremitäten von Ceratodus sagen: wir haben es hier mit stark abgeänderten Extremitäten, welche sich von dem Typus der gemeinsamen Urform der Dipnoi und der Pentadactylier weit entfernt haben, zu tun; die Differenzen, welche zwischen den Extremitäten der Monopneumones und der Dipneumones bestehen, sprechen auch für diese Ansicht. Wir kommen zu dem Schlusse, dass die Extremitäten der Vorfahren der Pentadactylier sich aus einer Extremitätenform, welche viel weniger spezialisiert war als die Extremität von Ceratodus und ihrem Skelettbau nach der Extremität der Selachier nahe stand. Wie wir uns den Bau dieser Extremität vorstellen, haben wir im Vorhergehenden ausführ-

lich erörtert; hier will ich nur einen Punkt betonen: die Axe dieser Extremität lag in einem spitzen, caudal offenem Winkel zu der Körperaxe, die Basis der Extremität war breit, und das Skelett nach dem Typus eines biserialen Archipterygiums gebaut; die beiden Seiten dieses Archipterygiums waren jedoch ungleichmässig entwickelt: an der praeaxialen Seite war eine grössere Anzahl von Strahlen vorhanden als an der postaxialen, und eben der proximale Abschnitt der Axe war an der postaxialen Seite frei von Strahlen. Doch ist dies nicht so zu deuten, dass hier primär ebenfalls Strahlen vorhanden waren und dass sich dieselben bei der Entwickelung des Chiridiums reduziert haben; daraus, dass die Extremität mit breiter Basis der Körperwand aufsitzt, folgere ich, dass hier (d. h. an der postaxialen Seite des Humerus und der Ulna) überhaupt keine Strahlen angelegt wurden, da diese Seite der primitiven Extremität nicht frei war, sondern mit der Rumpfwand grenzte; die Radien sassen folglich nur am distalen freien Abschnitt, wie bei den Selachiern.

Wenn aber diese Bedenken richtig sind und wir von den für die rezenten Dipnoer charakteristischen Merkmalen absehen und uns ein Bild der Extremitäten der gemeinsamen Vorfahren der Dipnoer und der Tetrapoda zu machen versuchen, so erscheint es ziemlich wahrscheinlich, dass die in Rede stehenden Aehnlichkeiten eher als Konvergenzerscheinungen und nicht als Merkmale, denen eine phylogenetische Bedeutung zukommt und die bei den gemeinsamen Vorfahren der Dipnoer und der Tetrapoda vorhanden waren, zu deuten sind.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass wir unter den Extremitäten der rezenten Fische keine bestimmte Form finden können, auf die wir die Extremität der Pentadactylier zurückführen könnten. In einigen Merkmalen nähern sich diese Extremitäten den Ganoiden, in anderen den Selachiern oder Dipnoern. Wir müssen annehmen, dass die Extremitäten der Tetrapoda sich aus einer noch unbekannten Form, welche in mancher Hinsicht einen sehr primitiven Bau besass, herausdifferenziert haben. Im vorhergehenden haben wir den Versuch gemacht die Merkmale, durch welche sich diese Form charakterisieren lässt, zu rekonstruieren.

Für die Figuren auf den Tafeln und im Text gültige Bezeichnungen.

A.	Astragalus.
A.	vorderer Auswuchs des proximalen Teils der dorsolateralen Muskelanlage (Anlage des M. deltoideus claviculae).
Ab. d. dm. / Abd. m. d. . . .	M. abductor digiti minimi.
Ab. ex. p. l. . . .	M. abductor et extensor pollicis longus.
Ab. p. br.	M. abductor pollicis brevis.
A. br. / Art. br.	Arteria brachialis.
Ad. d. m.	M. adductor digiti minimi.
Ad. pol.	M. adductor pollicis.
An.	Anconeus Muskulatur.
an.	N. anconeus.
An. h.	C. humerale m. anconei.
An. h. l.	C. humerale laterale m. anconei.
An. qu.	M. anconeus quintus.
An. sc.	C. scapulare m. anconei.
Ant.	Antebrachiumabschnitt der Extremität.
Av_1	Anlage des ersten Rumpfwirbelbogens.
Bi.	M. biceps.
bi.	N. biceps.
Br.	Brachiumabschnitt der Extremität.
br. i.	N. brachialis inferior.
br. l. i. l.	N. brachialis longus inferior lateralis.
br. l. in.	N. brachialis longus inferior.
br. l. s.	N. brachialis longus superior.
Bv.	Basalvene.
C.	Centrale.
c. c.	carpale commune.
C_1, C_2, C_3	Centralia 1—3.
c_1—c_5.	carpalia distalia 1—5.
cbr.	N. coracobrachialis.
C. br. br.	M. coracobrachialis brevis.
Ch.	Chorda dorsalis.
Cl.	Clavicula.
Cr.	Coracoideum.
cr.	Kaudaler Rand der Extremität.

Cr. a. . . . . Coracoidabschnitt der Extremität.
Cr. br. l. . . . . M. coracobrachialis longus.
Cu. } . M. cucullaris s. trapezius episternocleidomastoideus.
Cu.+ep. st. m. }
cut_2, $_3$, cut_4, cut_5, cut_6. R. cutanei der Spinalnerven—2, 3, 4 etc.
cut. spa. } . . . . N. cutaneus supraanconeus.
c. spa. }

D. cl. . . . . M. deltoideus clavicularis.
d. cl. . . . . N. deltoideus clavicularis.
Dig. I.—Dig. V . . Finger resp. Zehen I—V.
DL. . . . . Dorsolaterale Muskelanlage.
DL_1—DL_5 . . . . von der distalen Partie der dorsolateralen Muskelanlage abstammende Anlagen der Streckmuskeln der Hand.
DL_1. . . . . Anlage des M. extensor carpi ulnaris.
DL_2, DL_4. . . . . Gemeinsame Anlage der MM. extensor digitorum communis, extensor carpi radialis und supinator.
DL_3 . . . . . Anlage des M. extensor et abductor pollicis longus.
DL_5 . . . . . Anlage des Anconeus qnintus.
DM. . . . . dorsale Muskelanlage der Extremität.
dp_2—dp_5 . . . . . aus dem Pl. brachialis distalis entspringende Nerven für die palmare Fläche der Hand.
D. sc. . . . . M. } dorsalis scapulae.
d. sc. . . . . N. }

E. V, E. VI . . . Extremitätennerven des V, VI... Spinalnerven.
E. c. r. b. . . . . M. extensor carpi radialis brevis.
E. c. r. l. } . . M. extensor carpi radialis longus.
E. c. br. l. }
E. c. ul. . . . . M. extensor carpi ulnaris.
E. d. c. br. . . . MM. extensores digitorum breves.
E. d. c. l. } . . . M. extensor digitorum communis longus.
E. d. c. }
eN . . . . . Extremitätennerv.
Ex. . . . . Extremitätenanlage.

F. . . . . Fibula.
f. . . . . Fibulare.
F. c. r. l. . . . . M. flexor carpi radialis lateralis.
F. c. r. m. . . . . M. flexor carpi radialis medialis.
F. d. c. pr. . . . M. flexor digitorum communis profundus.
Fl. c. ul. . . . . M. flexor carpi ulnaris.
Fl. pol. . . . . M. flexor pollicis.
Fm. . . . . Femur.

H. . . . . Humerus.
H. a. . . . . Humerusabschnitt der Skelettanlage der Extremität.
H. a. br. . . . . M. humeroantebrachialis.
Hyp. . . . . Stamm des N. hypoglossus.

i. . . . . Intermedium.
ia. . . . . N. infraanconeus.
int. os. d. . . . . MM. interossei dorsales.
int. os. p. pr. . . MM. interossei palmares profundi.
int. os. s. . . . . MM. interossei superficiales palmares.

L. d. . . . . M. } latissimus dorsi.
l. d. . . . . N. }
l. f. . . . . Laterale Fläche der Extremität.
l. r. . . . . Lateraler Rand der Extremität.
L. S. S. . . . . Vordere mediane dorsale sekundäre Muskelanlage (M. levator scapulae superficialis).
Lum. . . . . MM. lumbricales.

M. . . . . Mittlerer proximaler Auswuchs der dorsolateralen Muskelanlage, gemeinsame Anlage der MM. dorsales scapulae, scapulohumeralis profundus und subcoracoscapularis.
M. M. . . . . Mediane Muskelanlage der Extremität.
M''_{12}. . . . . Gemeinsame Anlage des Biceps und der MM. coracobrachiales.
m. . . . . N. medianus.
M. anc. . . . . Anlage der Anconeusmuskulatur.
m. cut. . . . . N. musculocutaneus.
ml_3—ml_5 . . . . . Anlagen der Streckmuskeln der Finger.
Med. . . . . Rückenmark.
mes. . . . . Mesenchymgewebe.
mk. . . . . Muskelknospe.
mf_3—mf_5 . . . . . Anlagen der Beugemuskeln der Finger.
m. pd. . . . . R. medianus profundus dorsalis.
m. p. p. } . . . R. medianus palmaris profundus.
m. p. p' }
$ms_{1, 2, 3}$ . . . . . Muskelsprosse der Extremität.
msd. . . . . N. medianus superficialis dorsalis.
msp. } . . . . . R. medianus superficialis palmaris.
mps. }
Ms. Z. . . . . Mesenchymzellen.
Myot. . . . . Rumpfmyotom.

N. . . . . Niere.
N. X. . . . . N. Vagus.

N. XII . . . . . Wurzeln des Hypoglossus.
NP. oe (I) . . . . N. postoccipitalis (Spinalis I).

Ol. pr. . . . . Olecranon.
Op. d. m. . . . . M. opponens digiti minimi.

P. . . . . Hinterer proximaler Auswuchs der dorsolateralen Muskelanlage (Anlage des M. latissimus dorsi).
p_3—p_6 . . . . . RR. posteriores der Spinalnerven III—VI.
P. az. . . . . Postaxiale Zehen.
Ph_1 I, Ph_2 I, Ph_1 II, Ph_2 II. Phalangen des ersten, zweiten u. s. w. Fingers, resp. Zehe.
pi. . . . . Pisiforme.
pl. br. inf. . . . . Plexus brachialis inferior.
pl. br. s. . . . . Plexus brachialis superior.
Pm. . . . . M. pectoralis.
pm. . . . . N. pectoralis.
Pr. ch. / Ph. ch. . . . . Prochondralgewebe.
Pr. qu. . . . . M. pronator quadratus.
R. . . . . Radius.
r. . . . . Radiale.
r_1 . . . . . Radiale externum.
Ra. . . . . Radiusabschnitt der Extremitätenskelettanlage.
r. br. l. . . . . R. radialis des N. brachialis longus inferior.
R. G. . . . . Radiales Randgefäss der Extremität.
R. M. . . . . Rumpfmyotome.
R. pl. br. s. . . . Wurzeln des Plexus brachialis superior.
R. r. r. . . . . Radialer Rand der Extremität.
Rv. . . . . Randvene der Extremität.

Sc. . . . . Scapula.
sc. h. p. / sc. h. pr. . . . N. scapulohumeralis profundus.
Sc. h. pr. . . . . M. scapulohumeralis profundus.
Sc. sc. . . . . M. / sc. sc. . . . . N. } Subcoracoscapularis.
Sk. . . . . Skelettanlage der Extremität.
Sk. Z. . . . . Zellen der Skelettanlage.
Sf. . . . . Seitenfalte der Extremitätenanlage.
S.+L. s. p. . . . M. serratus und levator scapulae profundus.
Sp. C. . . . . M. / sp. c. . . . . N. } supracoracoideus.
S. s. . . . . Serratus superficialis.
Sup. . . . . M. supinator.

T. . . . . Tibia.
t_1—t_4 . . . . . Tarsalia distalia 1—4.
tc. . . . . Tarsale commune.
th. i. . . . . NN. thoracici inferiores.

U. . . . . Ulna.
u. . . . . ulnare.
Ua. . . . . Ulnarer Abschnitt der Zeugopodiumanlage.
UG. . . . . Ulnaris Randgefäss.
ul. . . . . N. ulnaris.
ul. pr. . . . . N. ulnaris profundus.
ul. s. . . . . N. ulnaris superficialis.
Up. . . . . Ulnarer Abschnitt der Basipodiumanlage.
ur. . . . . Ulnarer Rand der Extremität.

v. f. . . . . Ventrale Fläche der Extremität.
V. M. . . . . Ventrale Muskelanlage der freien Extremität.
V. M. . . . . Ventromediane Muskelanlage.
VM_1 . . . . . Oberflächliche radiale Schicht des Antebrachiumabschnitts der ventromedianen Muskelanlage.
VM_2 . . . . . Oberflächliche ulnare Schicht derselben.
VM_3—VM'_3 . . . . Tiefe Schicht derselben.
VM′ . . . . . Tiefe Schicht des Brachiumabschnittes der ventromedianen Muskelanlage (Anlage des M. humeroantebrachialis inferior).
VM″ . . . . . Mittlere Schicht derselben.
VM‴ . . . . . Oberflächliche Schicht des proximalen Abschnitts der ventromedianen Anlage (Anlage des M. pectoralis).
VM_1'' . . . . . Anlage des M. biceps.
VM_2'' . . . . . Anlage der MM. coracobrachiales longus et brevis.
Vr. . . . . Radiales Randgefäss.
Vu. . . . . Ulnares Randgefäss.

x. . . . . Meniscus.

Erklärung der Abbildungen auf den Tafeln I—VI.

Die Nerven sind mit gelber, die Muskelanlagen resp. Muskeln auf Fig. 15, 26, 27, 39, 40—53 mit rötlicher, die knorpeligen resp. vorknorpeligen Skelettteile mit blauer, die Knochen mit gelber Farbe bezeichnet.

TAFEL I.

Fig. 1 A. Lateralansicht eines jungen Embryos von Ascalabotes fascicularis.

Fig. 1 A_1. Dasselbe Embryo von der dorsalen Seite gesehen, um die Form der vorderen Extremität zu zeigen.

Fig. 1 B—1 B_1. Laterale und dorsale Ansicht eines etwas älteren Embryos von Ascalabotes fascicularis.

Fig. 1 C. Laterale Ansicht eines bedeutend älteren Embryos von Ascalabotes fascicularis.

Fig. 2—6. Fünf Querschnitte durch die vordere Extremität eines jungen Embryos von Ascalabotes fascicularis.

Fig. 2. Querschnitt durch die hintere Region der Extremitätenanlage in der Gegend des 9-ten Muskelsprosses.

Fig. 3. Ein Teil desselben Querschnittes bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 4. Querschnitt durch die ventrale Partie des achten Muskelsprosses bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 5. Querschnitt durch den dritten Muskelspross der Extremität bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 6. Querschnitt durch die vordere Partie der Extremitätenanlage in der Gegend des zweiten Muskelsprosses.

Fig. 7. Querschnitt durch den hinteren Teil der Extremitätenanlage eines etwas älteren Embryos von Ascalabotes fascicularis.

Fig. 8. Zellen der mesenchymatösen Skelettanlage der freien Extremität mit den sich stark färbenden Kernkörperchen bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 9. Querschnitt durch den vorderen Teil der Extremitätenanlage, aus derselben Serie wie der Querschnitt Fig. 7.

Fig. 10. Kombination zweier aufeinanderfolgenden Flächenschnitte durch die Extremitätenanlage eines Ascalabotesembryos desselben Stadiums, zu dem auch die Querschnitte Fig. 7 und 8 gehören.

Fig. 11. Teil eines Flächenschnittes durch den proximalen Abschnitt der Extremitätenanlage eines Embryos von Ascalabotes fascicularis desselben Stadiums wie auf Fig. 10; stärkere Vergrösserung.

Fig. 12. Graphische Rekonstruktion der Nerven, des Skeletts und der Hauptgefässe der Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis, welches dem auf Fig. 1 B, B_1 abgebildeten Stadium entspricht. Die mesenchymatöse Skelettanlage ist als ein durchsichtiges Gebilde dargestellt, so dass man durch sie die Nerven und die Art. brachialis, welche ventral vom Skelett verlaufen, sieht.

Fig. 13. Ein Schnitt aus der Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 12 angefertigt ist; der Schnitt hat die Mitte der Skelettanlage getroffen.

Fig. 14. Mehr ventral gelegener Schnitt derselben Serie.

TAFEL II.

Fig. 15. Graphische Rokonstruktion der Nerven, des Skeletts und der Muskelanlagen der freien Extremität und der vorderen Partie des Rumpfes, nach Flächenschnitten durch die Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis, welches dem Entwickelungsgrade nach zwischen den auf Fig. 1 B—B_1 und 1 C abgebildeten Stadien steht, angefertigt.

Fig. 16. Flächenschnitt aus der Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 15 angefertigt ist; der Schnitt geht dorsolateral von der Skelettanlage.

Fig. 17. Tiefer gelegener Schnitt derselben Serie, welcher ventromedian von der Skelettanlage der freien Extremität geführt ist.

Fig. 18—25. Acht Querschnitte durch die andere vordere (rechte) Extremität desselben Embryos von Ascalabotes, nach welchem die Rekonstruktion Fig. 15 angefertigt wurde. Die Querschnitte folgen auf einander in distoproximaler Richtung.

TAFEL III.

Fig. 26 und 27. Zwei graphische Rekonstruktionen durch die linke vordere Extremität eines etwas älteren Embryos von Ascalabotes fascicularis, als das auf Fig. 15 rekonstruierte; in der Extremität hat sich der dritte Finger bereits angelegt, der erste und zweite sind nur eben angedeutet. Auf der Rekonstruktion Fig. 26 sind Skelett, Muskelanlagen (mit Ausnahme der ventromedianen Anlage) und Nerven (mit Ausnahme des Pl. brachialis superior und seiner Aeste) dargestellt; diese Rekonstruktion wird durch die Rekonstruktion Fig. 27, auf der der Pl. brachialis superior mit seinen Aesten abgebildet ist, ergänzt.

Fig. 28. Ein Flächenschnitt aus der Serie, nach der die Rekonstruktionen Fig. 26 und 27 angefertigt sind; aus demselben ersieht man die Beziehungen der proximalen Aeste des Pl. brachialis superior zur dorsolateralen Muskelanlage.

Fig. 29. Etwas tiefer gelegener Schnitt derselben Serie.

Fig. 30. Graphische Rekonstruktion der sekundären Muskelanlagen der vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis, welches nur sehr wenig älter ist als dasjenige, welches der Rekonstruktionen Fig. 26 und 27 zu grunde liegt.

Fig. 31. Graphische Rekonstruktion der Nerven der linken vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis in einem Stadium, wo sich schon alle Finger ausgebildet haben und über den Rand der Extremitätenplatte auszuwachsen anfangen.

Fig. 32—35. Vier Querschnitte durch die rechte vordere Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis desselben Stadiums wie das auf Fig. 31 rekonstruirte.

TAFEL IV.

Fig. 36—38. Querschnitte derselben Serie, der die Fig. 32—35 der Tafel III entnommen sind.

Fig. 39. Graphische Rekonstruktion der aus dem proximalen Abschnitt der primären dorsolateralen Muskelanlage sich herausdifferenzierenden Muskeln, nach einer Sagittalschnittserie durch ein Embryo desselben Stadiums, wie das der Fig. 32—38.

Fig. 40—47. Acht Querschnitte durch die linke vordere Extremität eines bedeutend älteren Embryos von Ascalabotes fascicularis, bei dem die Knochenbildung im Humerus, Radius, in der Ulna und den Metacarpalien begonnen hat.

Fig. 48. Nerven der linken vorderen Extremität von Platydactylus guttatus, von der dorsalen Seite gesehen; die oberflächlich verlaufenden Nervenstämme der dorsalen Seite sind mit rötlicher Farbe bezeichnet.

Fig. 49. Oberflächliche Muskeln und Nerven der Beugeseite der vorderen Extremität von Platydactylus guttatus.

TAFEL V.

Fig. 51. Muskeln und Nerven der Streckseite des Vorderarms von Platydactylus guttatus nach Entfernung des M. extensor digitorum communis longus.

Fig. 52. Beugemuskeln und Nerven der palmaren Seite des Vorderarms und der Hand von Platydactylus guttatus.

Fig. 53. Kurze Beugemuskeln der Hand von Platydactylus guttatus.

Fig. 54. MM. interossei palmares profundi der Hand von Platydactylus.

Fig. 55. Graphische Rekonstruktion der Skelettanlagen der freien vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis, in einem Stadium, das zwischen dem auf Fig. 1 B und 1 C abgebildeten liegt.

Fig. 56. Längsschnitt durch die Anlage der Ulna aus derselben Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 55 entworfen ist; stärkere Vergrösserung.

Fig. 57. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der vorderen Extremität eines Ascalabotesembryos in einem Stadium, wo alle Finger zwar angelegt, im ersten und zweiten Finger jedoch noch keine vorknorpeligen Skelettteile entwickelt sind.

Fig. 58. Flächenschnitt durch die vorknorpelige Anlage der Ulna aus der Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 57 angefertigt ist; stärkere Vergrösserung.

Fig. 59. Flächenschnitt durch der proximalen Teil der vorknorpeligen Anlage des vierten Fingerstrahles, aus derselben Serie wie Fig. 58; stärkere Vergrösserung.

Fig. 60. Flächenschnitt durch den proximalen Teil der vorknorpeligen Anlage des dritten Fingerstrahles aus derselben Serie wie Fig. 58; stärkere Vergrösserung.

Fig. 61. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der freien vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis in einem etwas späteren Stadium.

Fig. 62. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis in einem sehr wenig späteren Stadium als das auf Fig. 61 abgebildete.

Fig. 63. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis in einem Stadium, wo mit Ausnahme des Carpale distale 1 alle Carpalia als diskrete Elemente angelegt sind.

Fig. 64. Flächenschnitt durch das Carpale distale 4 aus derselben Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 63 hergestellt ist, bei stärkerer Vergrösserung.

Fig. 65. Flächenschnitt durch den Carpus desselben Embryos von Ascalabotes fascicularis; Knorpel rosa (Safranin-Hämatoxylin).

Fig. 66. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der vorderen Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis in einem bedeutend späteren Stadium, wo bereits die Knochenbildung in den Phalangen begonnen hat.

Fig. 67. Flächenschnitt durch den Carpus aus derselben Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 66 angefertigt ist.

Fig. 68. Skelett der vorderen Extremität eines jungen Ascalabotes fascicularis.

Fig. 69. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extremität eines Embryos von Ascalabotes fascicularis in einem Stadium, wo alle Zehen schon angelegt sind, aber im Tarsus nur der Astragalus, das Fibulare und das Tarsale distale 4 vorknorpelig entwickelt sind.

Fig. 70. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der embryonalen hinteren Extremität von Ascalabotes fascicularis in einem bedeutend späteren Stadium, wo der Verknöcherungsprozess im Zeugopodium bereits begonnen hat.

TAFEL VI.

Fig. 71. Flächenschnitt durch den Astragalus, das Centrale tarsi und das Tarsale distale 1 eines Embryos von Ascalabotes fascicularis, aus der Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 70 entworfen ist.

Fig. 72. Graphische Rekonstruktion des Skeletts der hinteren Extremität eines Embryos von Ascalabotes in einem Stadium, wo die drei mittleren Metatarsalia zu verknöchern beginnen.

Fig. 73. Flächenschnitt durch den Astragalus, das Centrale tarsi und das Tarsale distale 1 eines Embryos von Ascalabotes fascicularis im Stadium der Fig. 72.

Fig. 74. Graphische Rekonstruktion des Tarsus von Ascalabotes fascicularis in einem noch späteren Entwickelungsstadium, wo die Tarsalia distalia 1 und 2 schon mit den entsprechenden Metatarsalien verwachsen sind.

Fig. 75. Flächenschnitt durch den Astragalus, den Meniscus (x) und das Metatarsale I + Tarsale I eines Embryos von Ascalabotes in einem noch späteren Stadium.

Fig. 76. Skelett der hinteren Extremität eines jungen Ascalabotes fascicularis.

Fig. 77—80. Vier aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien des Skelettes der freien vorderen Extremität von Seps chalcides, nach Flächenschnitten rekonstruiert.

Fig. 81—82. Zwei aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien des Skeletts der hinteren freien Extremität von Seps chalcides, nach Flächenschnitten rekonstruiert.

Fig. 83. Flächenschnitt durch die hintere Extremität eines Embryos von Triton cristatus in einem Stadium, wo nur zwei Zehen differenziert sind. Mikrophotographie.

Fig. 84. Flächenschnitt durch die hintere Extremität eines Embryos von Triton cristatus in einem etwas älteren Stadium. Mikrophotographie.

Fig. 84. Flächenschnitt durch die hintere Extrimität eines Embryos von Triton cristatus in einem älteren Stadium. Mikrophotographie.

Fig. 85. Flächenschnitt durch die hintere Extremität eines Embryos von Triton cristatus in einem sehr wenig älteren Stadium als das auf Fig. 84 dargestellte. Der Schnitt ist der Serie, nach der die Rekonstruktion Fig. 16 im Text angefertigt ist, entnommen. Mikrophotographie.

Fig. 86. Flächenshnitt durch das Zeugopodium und den Tarsus eines noch älteren Embryos von Triton cristatus. Mikrophotographie.

Alphabetisches Verzeichnis der im Text zitierten Litteratur.

'94. Bardeleben, K. Hand und Fuss. Verhandl. d. Anat. Ges. Jahrg. 8.

'85. Baur, G. Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Reptilien. Zool. Anz. VIII.

'86. Baur, G. Die zwei Centralia im Carpus von Sphenodon etc. Zool. Anz. 9.

'86. Baur, G. Osteologische Notizen über Reptilien, I und II. Zool. Anz. 9.

'88. Baur, G. Beiträge zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Vertebraten. I Th. Batrachia. Jena.

'89. Baur, G. Neue Beiträge zur Morphologie des Carpus der Säugethiere. Anat. Anz. IV Jahrg.

'92. Baur, G. On the Morphology of the Skull in the Mosasauridae. Journ. of Morphol. VII.

'92. Baur, G. Der Carpus der Schildkröten. Anat. Anz. Jahrg. VII.

'85. Bayer. Ueber die Extremitäten einer jungen Hatteria. Sitzb. Akad. Wien, Bd. 90.

'89. Van Bemmelen. Ueber die Herkunft der Extremitäten- und Zungenmuskulatur bei den Eidechsen. Anat. Anz. IV. Jahrg.

'76. Born, G. Die sechste Zehe der Anuren. Morph. Jahrb. Bd. I.

76. Born, G. Zum Carpus und Tarsus der Saurier. Morph. Jahrb. Bd. II.

'80. Born, G. Nachträge zum Carpus und Tarsus. Morph. Jahrb. Bd. VI.

'98. Braus, H. Ueber die Innervation der paarigen Extremitäten bei Selachiern, Holocephalen und Dipnoern. Ein Beitrag zur Gliedmassenfrage. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. XXXI.

'99. Braus, H. Beiträge zur Entwickelung der Muskulatur und des peripheren Nervensystems der Selachier. II Theil. Die paarigen Gliedmassen. Morph. Jahrb. Bd. XXVII.

'00. Braus, H. Die Muskeln und Nerven der Ceratodusflosse. Jenaische Denkschriften. Bd. IV.

'06. Braus, H. Die Entwickelung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskeletts. Handbuch d. Vergl. u. exp. Entwickelungslehre der Wirbeltiere her. v. O. Hertwig. Bd. III. 2 Theil.

'76—'86. Brühl, C. B. Zootomie aller Tierklassen.

'98. Byrnes. Experimental studies on the development of limb muscles in Amphibia. Journ. of Morph. Vol. XIV.

'03. Case, E. C. The Osteology of Embolophorus Dollovianus (?) Cope. With attempted Restoration. Journ. of Geol. Vol. XI.

'04. Case, E. C. On the structure of the fore foot of Dimetrodon. Journ. of Geol. Vol. XII.

'94. Corning. Ueber die ventralen Urwirbelknospen in der Brustflosse der Teleostier. Morph. Jahrb. Bd. XXII.

'99. Corning, H. K. Ueber die Entwickelung der Kopf- und Extremitätenmuskulatur bei Reptilien. Morph. Jahrb. XXVIII.

'84. Dollo L. Les epiphyses des Lacertiliens. Zool. Anz. VII.

'87. Emery, C. Ueber die Beziehungen des Cheiropterygium zum Ichtyopterygium. Zool. Anz. X. Jahrg.

'90. Emery, C. Zur Morphologie des Hand- und Fussskeletts. Anat. Anz. V.

'94. Emery, C. Studi sulla Morfologia dei membri degli Anfibi sulla Filogenia del Chiropterygio. Ricerche Lab. Anat. Roma etc. Vol. IV.

'98. Emery, C. Die fossilen Reste von Archegosaurus und Eryops und ihre Bedeutung für die Morphologie des Gliedmassenskeletts. Anat. Anz. Bd. XIV.

'01. Emery, C. Hand- und Fussskelett von Echidna hystrix. In Semon. Zoologische Forschungsreisen. Bd. III.

'94. Field, H. Die Vornierenkapsel, ventrale Muskulatur und Extremitätenanlagen bei den Amphibien. Anat. Anz. Bd. IX.

'76—'94. Frietsch, A. Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Prague.

'70. Fürbringer, M. Die Knochen und Muskeln der Extremitäten bei den Schlangenähnlichen Sauriern. Leipzig.

'73. Fürbringer, M. Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. I. Jen. Zeitschr. Bd. VII.

'74. Fürbringer, M. Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. II. ibidem. Bd. VIII.

'76. Fürbringer, M. Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln. III. Morph. Jahrb. Bd. I.

'00. Fürbringer, M. Zur vergleichenden Anatomie der Schultermuskeln IV. Jen. Zeitschr. XXXIV.

'02. Fürbringer, M. Morphologische Streitfragen. Morph. Jahrb. XXX.

'04. Fürbringer, K. Beiträge zur Morphologie des Skeletts der Dipnoer nebst Bemerkungen über Pleuracanthiden, Holocephalen und Squaliden. Jenaische Denkschriften. Bd. IV.

'01. Gadow. Amphibia and Reptiles. Cambridge Natural History. S. F. Harmer and A. E. Shipley. V. VIII.

'64. Gegenbaur, C. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. I. Carpus und Tarsus. Leipzig.

'76. Gegenbaur, C. Zur Morphologie der Gliedmassen der Wirbelthiere. Morph. Jahrb. Bd. II.

'98—'01. Gegenbaur, C. Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere mit Berücksichtigung der Wirbellosen. I und II Bd. Leipzig.

'79. Götte, A. Ueber Entwickelung und Regeneration des Gliedmassenskeletts der Molche. Leipzig.

'67. Günther, A. Contribution to the Anatomy of Hatteria (Rhynocephalus). Philos. Trans.

'95. Harrison. Die Entwickelung der paarigen und unpaaren Flossen der Teleostier. Arch. f. Micr. Anat. Bd. XLVI.

'90. Hoffmann, C. K. Reptilien in Bronns Klassen und Ordnungen etc. Sechster Band, III. Abt. II.

'01. Howes, G. B. and Swinnerton H. H. On the Development of the Skeleton of the Tuatara, Sphenodon punctatus etc. Transact. Zool. Sol. London Vol. XVI. P. 1.

'65. Hirtl. Cryptobranchus Japonicus. Schediasma anatomicum. Vindobonae.

'86. Kehrer, G. Beiträge zur Kenntnis des Carpus und Tarsus der Amphibien, Reptilien uud Säuger. Berichte der Naturf. Gesellsch. z. Freiburg i. B. Bd. I.

'96. Klatsch, H. Die Brustflosse der Crossopterygier. Ein Beitrag zur Anwendung der Archipterygiumtheorie auf die Gliedmassen der Landtiere. Festschr. z. 70. Geburtstag von Carl Gegenbaur.

'89. Kückenthal, W. Die Hand der Cetaceen. Denkschr. d. Med. Naturw. Ges. Jena. Bd. III.

'92. Kückenthal, W. Zur Entwickelung des Handskeletts des Krokodils. Morph. Jahrb. Bd. XIX.

'97. Mehnert, E. Kainogenesis als Ausdruck differenter phylogenetischer Energien. Morph. Arbeiten. Bd. VII.

'93. Mollier, S. Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere. I. Das Ichtyopterygium. Anatom. Hefte. I Abt. H. VIII.

'95. Mollier, S. Die paarigen Extremitäten der Wirbeltiere. II. Das Cheiropterygium. Anatom. Hefte. I Abt. H. XVI.

'97. Mollier, S. Die Entwickelung der paarigen Flossen des Stöhrs. Anatom. Hefte. I Abt. H. XXIV.

'98. Osawa, G. Beiträge zum Anatomie der Hatteria punctata Arch. für Micr. Anat. Bd. 51.

'03. Osborn, H. F. The Reptilian Subclasses Diapsida aud Synapsida and the early History of the Diaptosauria. Memoirs of the Amer. Mus. of Natur. History. V. I. P. VIII.

'03. Pée, P., van. Ueber die Entwickelung der Extremitäten bei Amphiuma und Necturus. Anat. Anz. Ergänz. Heft. z. XXIII. Bd.

'04. Pée, P., van. Les membres chez Amphiuma. Anat. Anz. XXIV.

'02. Peter, K. Mitteilungen zur Entwickelungsgeschichte der Eidechse. IV und V. Die Extremitätenleiste der Amnioten und die Anlage der Mitteldarmdrüsen. Arch. Mikr. Anat. Bd. LXI.

'97. Platt, Julia B. The Development of the cartilaginous Skull and of the branchial and hypoglossal Musculature in Necturus. Morph. Jahrb. Bd. XXV.

'91. Pollard. On the Anatomy and phylogenetical position of Polypterus. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat. V. Bd.

'01. Rabl, C. Gedanken und Studien über den Ursprung der Extremitäten. Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. LXX. 3.

'03. Rabl, C. Ueber einige Probleme der Morphologie. Verh. Anat Ges. Heidelberg.

'98. Retterer, Ed. Contribution à l'etude du développement du squelette des extremités chez les mammifères. Comptes Rend. Soc. Biol.

'75. Rosenberg, E. Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule und des Centrale Carpi des Menschen. Morph. Jahrb. Bd. I.

'92. Rosenberg, E. Ueber einige Entwickelungsstadien des Handskelettes der Emys lutaria Marsilii. Morph. Jahrb. Bd. XVIII.

'98. Salensky, W. Sur le développement de l'ichtyoptérygie des poissons ganoïdes et dipnoïdes. Ann. Mus. Zool. Acad. Sc. St.-Petersbourg. T. 3.

'01. Schaffer, J. Ueber den feineren Bau und die Entwickelung des Knorpelgewebes etc. I Theil. Zeitschr. f. wiss. Zool. LXX.

'03. Schauinsland, H. Weitere Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hatteria. Arch. f. Microsc. Anat. Bd. 56.

'99. Schitkov, B. Ueber den Bau und die Entwickelung des Skelettes der freien Gliedmassen des Isodactylium Schrenkii Strauch. Zool. Anz. Bd. XXII.

'98. Semon, R. Die Entwickelung der paarigen Flossen des Ceratodus Forsteri. Jen. Denkschrift. Bd. IV.

'99. Semon, R. Weitere Beiträge zur Physiologie der Dipnoerflossen auf Grund neuer von Mr. Arthur Thomson an gefangenen Exemplaren von Ceratodus angestellten Beobachtungen. Zool. Anz. Bd. XXII.

'00. Seeley, H. G. Further Evidence of the Skeleton of Eurycarpus Oweni. Quart. Journ. of the Geol. Soc. London. Vol. 56.

'00. Seeley, H. G. On an Anomodont Reptile, Aristodesmus Rütimeyeri (Wiedersheim) from the Bunter Sandstone near Basel. ibidem.

'95. Sewertzoff, A. N. Die Entwickelung der Occipitalregion der niederen Vertebraten im Zusammenhang mit der Frage über die Metamerie des Kopfes. Bull. Soc. Imper. des Naturalistes de Moscou.

'02. Sewertzoff, A. N. Zur Entwickelungsgeschichte des Ceratodus Forsteri. Anat. Anz. Bd. XXI.

'99. Sewertzoff, A. N. Studien zur Entwickelungsgeschichte des Wirbelthierkopfes. Bull. d. Nat. d. Moscou. 1899.

'02. Сѣверцовъ, А. Н. Развитіе пятипалой конечности позвоночныхъ. Дневникъ XI съѣзда р. естествоисп. и врачей. Дек. 1901.

'04. Sewertzoff, A. N. Die Entwickelung der pentadactylen Extremität der Wirbeltiere. Anat. Anz. Bd. XXV

'98. Smith, Woodward. A Vertebrate Palaeontology. Cambrige.

'79. Strasser, H. Zur Entwickelung der Extremitätenknorpel bei Salamandern und Tritonen. Eine morphogenetische Studie. Morph. Jahrb. Bd. V.

'78. Thacher, J. K. Median and paired Fins, a Contribution to the History of Vertebrate Limbs. Trans. Connect. Acad. III. 77. New-Haven.

'96. Thilenius, H. Untersuchungen über die morphologische Bedeutung accessorischer Elemente am menschlichen Carpus (und Tarsus). Morphol. Arbeiten. h. von Schwalbe. Bd. V.

'76. Wiedersheim. R. Die ältesten Formen des Carpus und Tarsus der heutigen Amphibien. Morph. Jahrb. Bd. II.

'77. Wiedersheim, R. Nachträgliche Bemerkung dazu. ibid. Bd. III.

'92. Wiedersheim, R. Das Gliedmassenskelett der Wirbeltiere mit besonderer Berücksichtigung des Schulter- und Beckengürtels bei Fischen, Amphibien und Reptilien. Jena.

'87—'90. Zittel, K. A. Palaeozologie. III.

'98. Zwick, W. Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Entwickelung der Amphibiengliedmassen, besonders von Carpus und Tarsus. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. LXIII.

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite.

Einleitung 1

Spezieller Teil 10

I. Frühe Entwickelungsstadien der vorderen Extremität von Ascalabotes fascicularis 10

II. Muskeln und Nerven 42

1. Die Entwickelung der Muskeln und Nerven der vorderen Extremität von Ascalabotes in späteren Stadien 42

2. Nerven und Muskeln des erwachsenen Gecko 94

3. Zusammenfassung der Resultate über die Entwickelung der Nerven und Muskeln der vorderen Extremität von Ascalabotes 103

III. Die Entwickelung des Skeletts der vorderen Extremität von Ascalabotes in späteren Stadien 109

IV. Entwickelung des Skeletts der hinteren Extremität von Ascalabotes fascicularis 126

V. Die Entwickelung des Extremitätenskelettes von Seps chalcides . 138

VI. Die Entwickelung des Extremitätenskeletts von Emys lutaria . 149

Résumé der Beobachtungen über die Entwickelung des Extremitätenskeletts von Ascalabotes fascicularis, Seps chalcides und Emys lutaria 159

VII. Die Entwickelung des Extremitätenskeletts der Urodela (Siredon, Triton) 163

Zusammenstellung der Resultate über die Entwickelung des Extremitätenskeletts der Urodela 179

Vergleichender Teil.

I. VIII. Muskeln und Nerven der vorderen Extremität der Pentadactylier 182

II. XX. Das Extremitätenskelett der rezenten und ausgestorbenen Reptilien.

IX. Die vordere Extremität der Autosaurier 224

X. Die vordere Extremität der ausgestorbenen und rezenten Diaspida

XI. Die vordere Extremität der ausgestorbenen und rezenten Synapsida 262

Seite.

Die hintere Extremität.

XII. Die hintere Extremität der Autosaurier 277

XIII. Die hintere Extremität der ausgestorbenen und rezenten Diapsida 292

XIV. Vergleichung der hinteren Extremität der Diapsida mit derjenigen der Synapsida 307

III. Das Extremitätenskelett der rezenten und fossilen Amphibien.

XV. Uebersicht der Hypothesen über die Phylogenie der pentadactylen Extremitäten 319

XVI. Das Extremitätenskelett der Urodela 342

XVII. Das Extremitätenskelett der Stegocephala und Anura:

A. Stegocephala 363

B. Anura 367

XVIII. Vergleichung des Extremitätenskeletts der Amphibien mit dem der Reptilien 378

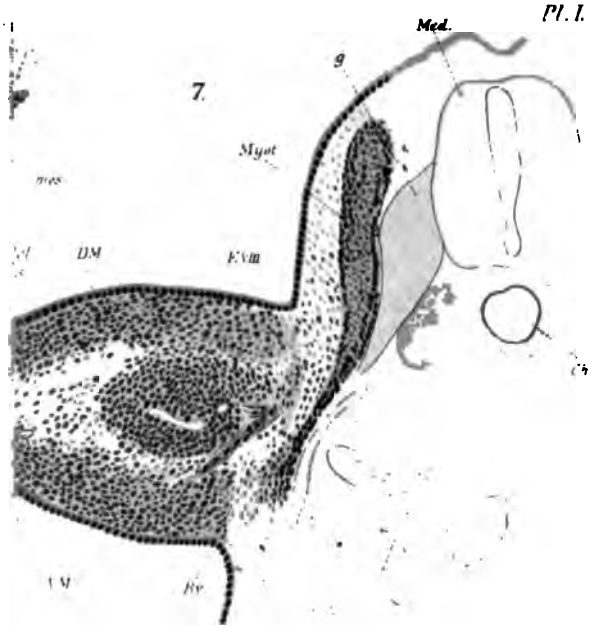
Allgemeine Schlussfolgerungen.

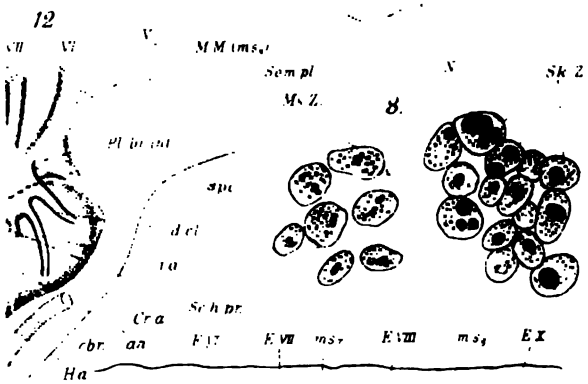
XIX. Phylogenie der pentadactylen Extremitäten 400

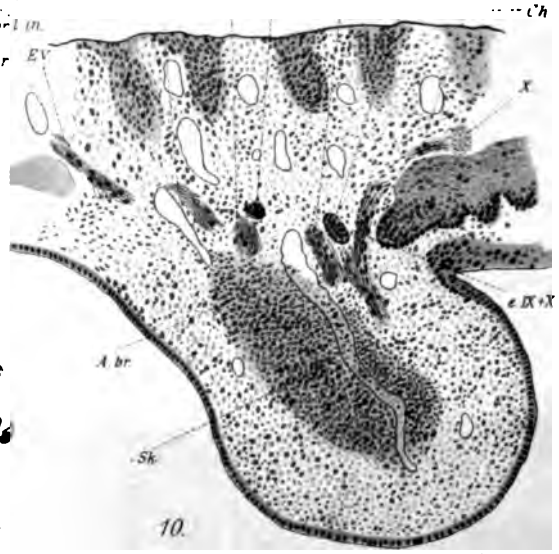
Erklärung der Abbildungen 415

Alphabetisches Verzeichnis der zitierten Litteratur 425

Pl. I.

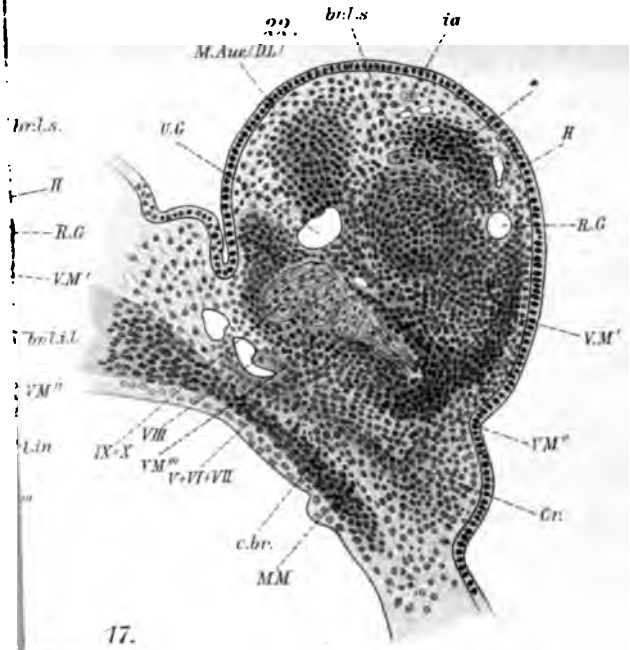




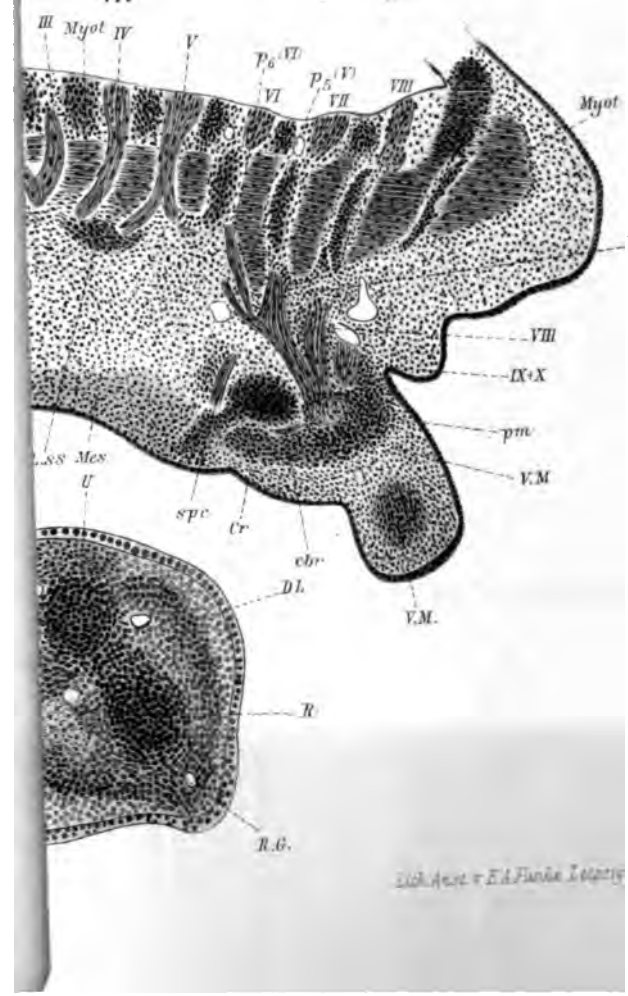


UNIV.

22.



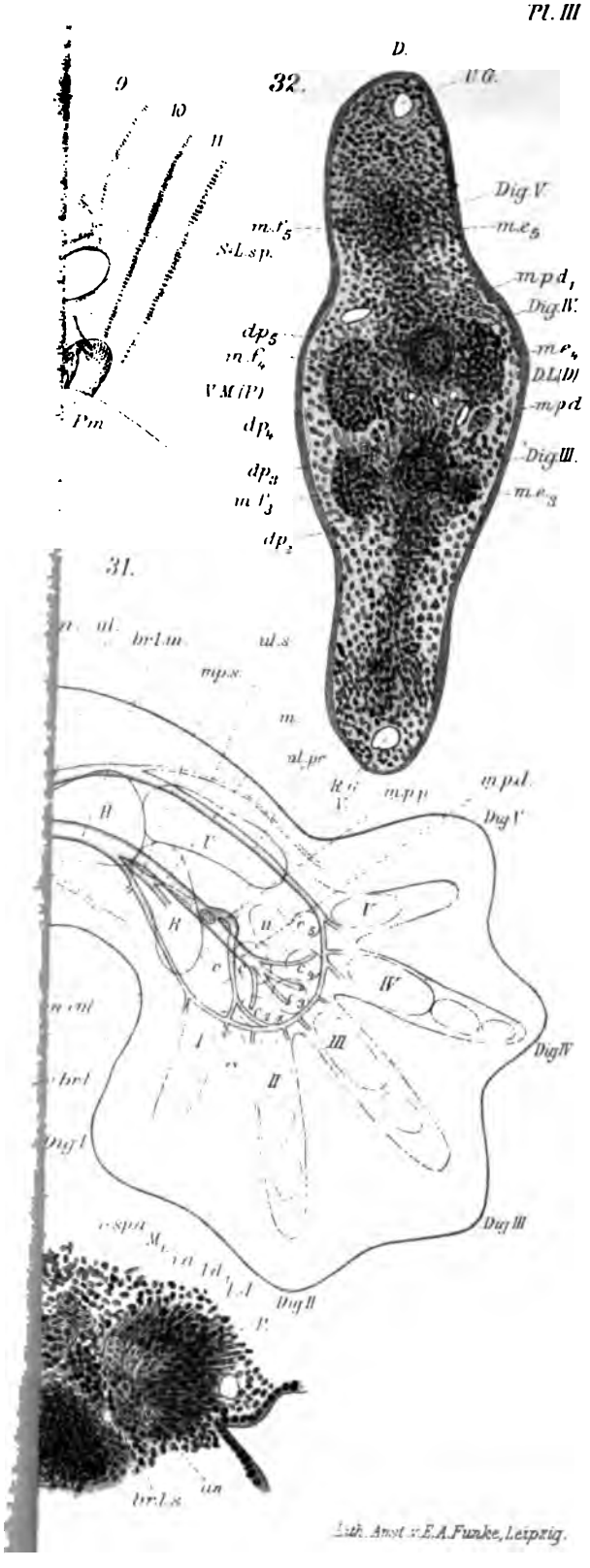
17.



Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

UNIV.

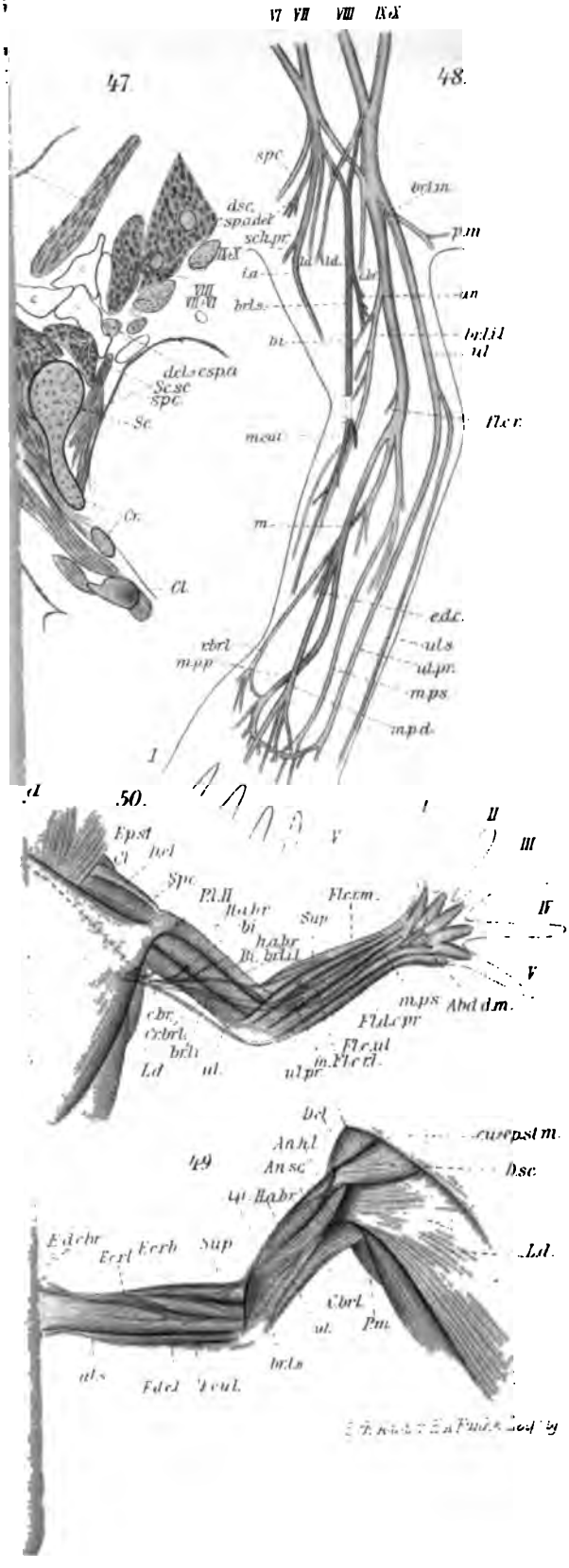
Pl. III



Lith. Anst. v. E.A. Funke, Leipzig.

UNIV.

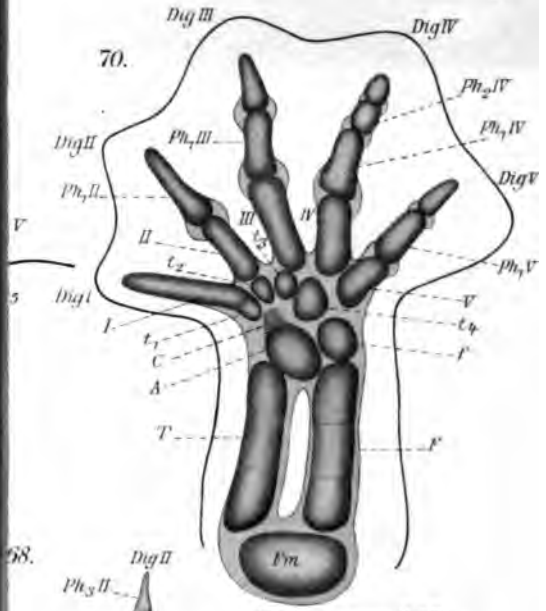
Pl. IV.



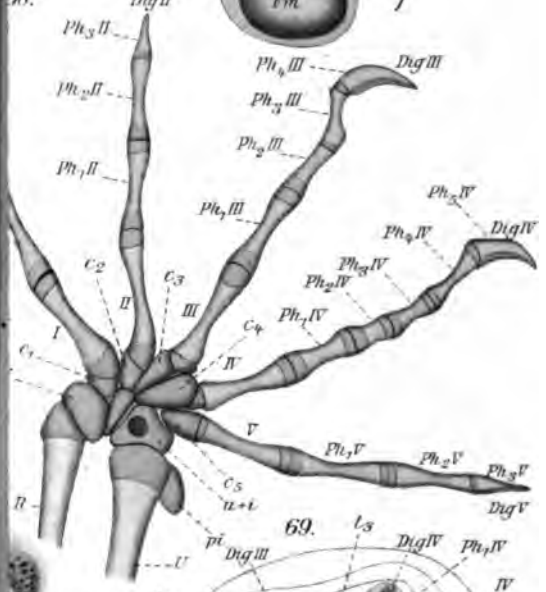
47.
48.
50.
49
VI VII VIII IX X
spc
dsc
sch.pr
p.m
an
br.l.i.l
ul
fl.c.r.
m.eat
m
e.d.c.
ul.s
ul.pr.
m.ps
m.p.d.
Cr.
Cl.
Sc.sc
Sc
Epst
Spc
Pl.II
Sup
Fl.c.r.m.
Abd.d.m.
Fl.d.c.pr
Fl.c.ul
Ld
ul.
ul.pr
Del
An.h.l
An.sc
Dsc
Ld.
Sup
Cbrl
Pm
br.l.s
ul.s
Fd.c.l
Fc.ul

UNIV. OF

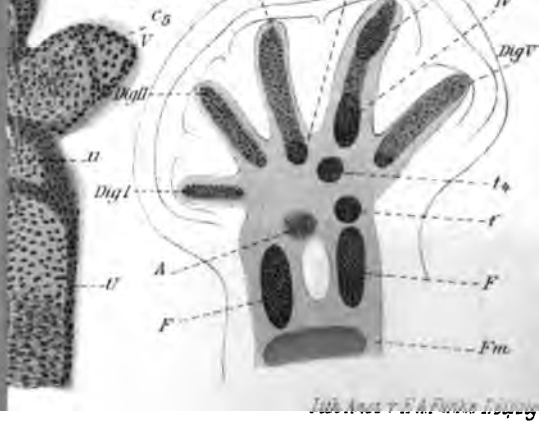
70.



68.



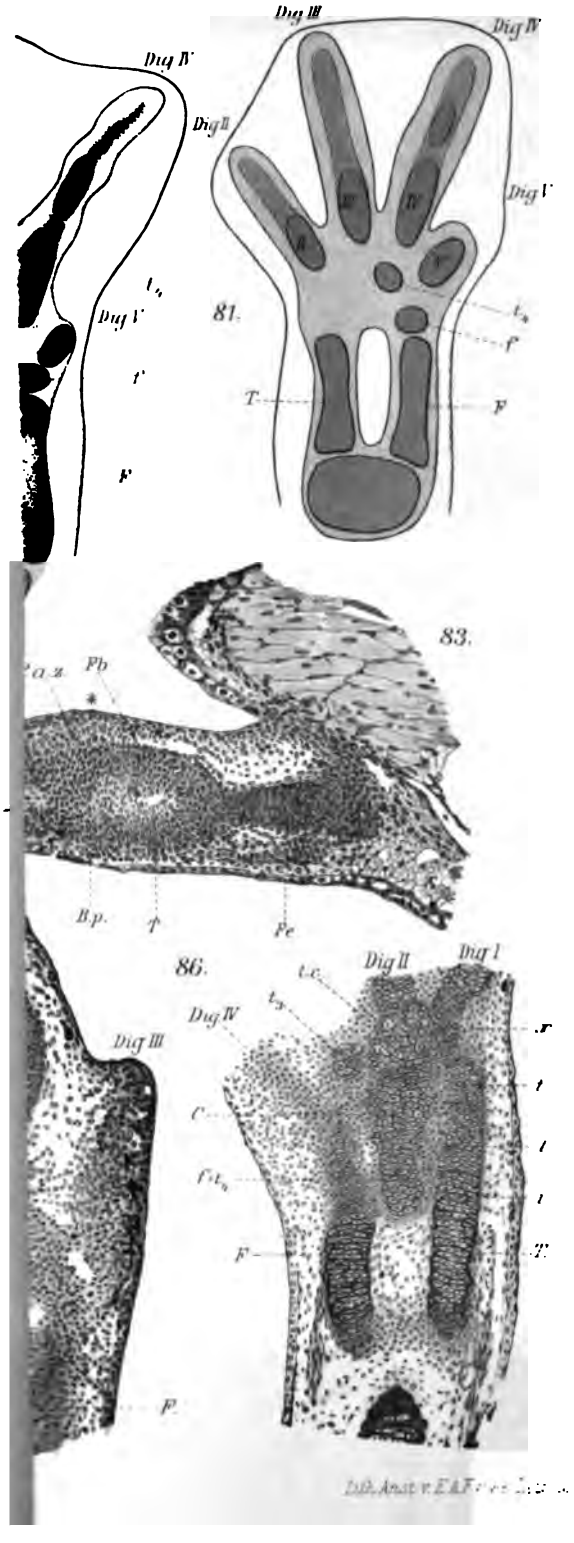
69.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

UNIV. OF

Pl. VI.



Lith. Anst. v. E. & F. [illegible]

UNIV. OF

Zweiter Nachtrag zur Verbreitung der Hypogaeen in Russland [1]).

Von

Fedor Bucholtz.

Im Sommer 1906 und 1907 hatte ich nach mehreren Jahren wieder Gelegenheit in die Umgegend von Moskau zu kommen, woselbst ich dank der liebenswürdigen Aufforderung der Gräfin K. P. Scheremeteff die mir bekannten Gegenden auf dem Gute Michailowskoje im Kreise Podolsk besuchen konnte. Hier hatte ich schon im Jahre 1899 eine ganze Reihe der seltenen Fungi hypogaei gefunden. Das Jahr 1906 war besonders günstig für diese Pilze. Die ganze Vegetation war rascher als gewöhnlich vorgeschritten; es waren genügend Niederschläge gewesen; die Pilze hatten früher als sonst ihre Entwickelung begonnen. Nachdem ich mich schon Ende Juni während meines dreitägigen Aufenthaltes in Michailowskoje überzeugt hatte, dass der Sommer ausserordentlich ergiebig für Hy-

---

1) Vergl: Hypogaeen aus Russland. Hedwigia, Bd. XL, 1901, pp. 304—322.— Verzeichnis der bisher im Baltikum Russlands bekannten Hypogaeen. Korrespondenzblatt des Naturf.-Ver. zu Riga, Bd. XLIV, 1901, pp. 1—9. — Beiträge zur Morphologie und Systematik der Hypogaeen (Tuberaceen u. Gastromyceten pr. p.) nebst Beschreibung aller bis jetzt in Russland angetroffenen Arten. Aus dem Naturhist. Museum der Gräfin K. P. Scheremeteff in Michailowskoje, Gouvern. Moskau. Bd. I, Riga, 1902. Mit 5. z. T. color. Tafeln u. Zeichn. im Text [Russisch mit deutscher Inhaltswiedergabe]. — Zur Morphologie und Systematik der Fungi hypogaei (Autoref.). Annales mycolog. 1903. Vol. I, pp. 152—174 mit 2 Tafeln. — Nachträgliche Bemerkungen zur Verbreitung der Fungi hypogaei in Russland. Bull. de la Soc. d. Nat. de Moscou, 1904, pp. 335—343.

pogaeen zu sein versprach—an vielen Stellen fand ich schon jugendliche Fruchtkörper,—kehrte ich Ende Juli 1906 hierher zurück um ungefähr 10 Tage lang fast ohne Unterbrechung Hypogaeen zu sammeln. Teils besuchte ich die alten, mir schon bekannten Fundorte, woselbst ich meistens wieder dieselben Species fand, teils suchte ich neue Fundorte auf. Im Herbst 1907, nämlich vom 17—29. August, besuchte ich wiederum dieselbe Gegend und zog noch in den Kreis meiner Excursionen die Güter Ostafiewo und Woronowo. Das Jahr 1907 war überhaupt für Pilze weniger günstig. Die übergrosse Feuchtigkeit zuerst und dann die kurze plötzliche Trockenheit machten den lehmigen Boden zu hart. Doch an besonders günstig gelegenen Stellen konnten wiederum viele Hypogaeen gesammelt werden. Der Umstand, dass während dieser Zeit zwischen c. 70 Objecten nur zwei neue Arten für Michailowskoje gefunden wurden, lässt darauf schliessen, dass die Erforschung dieser Pilzgruppe in der Umgegend von Michalowskoje sich ihrem Ende nähert. Gräfin K. P. Scheremeteff und Herr N. A. Mossolow, die mich öfters bei meinen Excursionen begleiteten, haben mir ebenfalls beim schwierigen Aufsuchen der Fruchtkörper geholfen und waren so liebenswürdig auch noch später nach meiner Abreise im J. 1906 das Suchen fortzusetzen und mir das Material nach Riga zur Bestimmung zu senden. Auf diese Weise habe ich in diesen zwei Sommern eine sehr reiche Sammlung von Hypogaeen (c. 130 Nummern) zusammengebracht. Es kamen noch einige Exemplare hinzu, welche ich bei Krjukowo an der Nikolaibahn, 36 Werst nordwestlich von Moskau, und einige andere, welche Gräfin K. P. Scheremeteff auf dem Gute Wedenskoje im Kreise Swenigorod gesammelt hatte. Die bis zum Sommer 1907 erschienenen Litteraturangaben über Hypogaeen in Russland wurden alle berücksichtigt. Gräfin K. P. Scheremeteff und Herrn N. Mossolow spreche ich hiermit für ihre rege Mitarbeit meinen besten Dank aus.

Da meine ganze Hypogaeensammlung, sowie auch die nötige Litteratur sich in Riga befand, musste ich mich mit einer vorläufigen Untersuchung und Beschreibung des frisch gesammelten Materials an Ort und Stelle begnügen; darauf wurde jede Probe einzeln in Alkohol konserviert. Leider erlaubte es meine Zeit erst zu Ostern und in den Sommerferien 1907 das Gefundene zu sichten und zu bearbeiten.

Es ergab sich hierbei ein überaus erfreuliches Resultat. Während bis dahin nur 24 Hypogaeenarten und 3 Varietäten für Michailowskoje angegeben waren, wurden in der erwähnten kurzen Zeit 27 Species und 8 Varietäten gefunden. Von diesen 35 Formen waren 7 überhaupt neu, 9—neu für Russland und 14—in Michailowskoje noch nicht gefunden, sodass die Zahl der für Michailowskoje bekannten verschiedenen Formen von 27 auf 42 (33 Arten u. noch 9 Varietäten) steigt [1]). Die Zahl der in Russland bekannten Formen beträgt nunmehr 63 (49 Arten u. noch 14 Varietäten) [2]). Besonders angenehm war es mir reichlich Material von denjenigen Species oder Varietäten wieder aufzufinden, welche ich früher auf Grund einzelner und zuweilen noch ungenügend entwickelter Fruchtkörper aufgestellt hatte. Bei dieser Bearbeitung ergaben sich natürlich auch einige notwendige Abänderungen, über die weiter unten ausführlich gesprochen wird. Um eine klare Uebersicht zu geben über alle bisher in Russland gefundenen Hypogaeen füge ich zwei, eine ausführlichere und eine verkürzte Bestimmungstabelle bei. Besonders sei auf die schwierige Gruppe der Hymenogasterarten hingewiesen, die, wie ich jetzt hoffe, einigermassen in Ordnung gekommen ist. Wenn andere meine Bestimmungstabellen benutzen [3]) und Ergänzungen, resp. Verbesserungen mir zukommen lassen wollten, würde ich ihnen hierfür grössten Dank wissen.

Einige zusammenfassende biologische Bemerkungen beschliessen diesen Nachtrag.

Botanisches Kabinet
des polytechnischen Instituts
zu Riga.
August 1907.

F. B.

---

[1]) Eine Art wurde nachträglich in 2 Formen geteilt.

[2]) Tuber brumale Vitt. habe ich, da für Russland nicht nachgewiesen, gestrichen. Desgleichen sind Hydnotria carnea Corda, Tuber puberulum Ed. Fischer c. michailowskjanum mihi und T. ferrugineum Vitt. var. balsamioides mihi fortgefallen und durch andere Bezeichnungen ersetzt worden.

[3]) Бухгольцъ, Ѳ. Краткое наставленіе для собиранія подземныхъ грибовъ. Труды Ботан. сада Имп. Юрьевскаго унив. Т. I, 1900, стр. 6.

A. Bestimmungstabelle für die in Russland bekannten Hypogaeen. [1]) u. [2]).

1—72. Pilze mit gegliederten Hyphen; Sporen in Sporangien oder Schläuchen (Asci).

2—7. Sporenzahl im Sporangium unbestimmt (meist viele); Sporen zuweilen nicht entwickelt, sodass die dickwandigen, über 50 μ im Durchm. grossen Sporangien wie Sporen erscheinen.

Hemiasci.

Die wenigen zu dieser Pilzgruppe gehörigen Hypogaeen finden sich in der Familie:

Monascaceae Schröt.

und in der Gattung:

Endogone Link.

3—6. Sporangien nackt; Fruchtkörper ohne Milchsaft.

4—5. Sporangien länger als 100 μ.

1. E. macrocarpa Tul.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 81 u. Tab. IV, Fig. 1—3.)

5—4. Sporangien kürzer als 100 μ.

2. E. pisiformis Link.

(Beitr. p. 81 u. Tab. II, Fig. 13 u. Tab. V, Fig. 4.)

6—3. Sporangien mit spiralig angeordneten Hyphen umhüllt; Fruchtkörper mit Milchsaft.

3. E. lactiflua Berk.

(Beitr. p. 82, Tab. II, Fig. 11, 12 u. Tab. V, Fig. 3.)

7—2. Sporenzahl im Ascus bestimmt (meist 8, 4, 2, niemals mehr als 8).

---

[1]) Die hier angewandte schwedische Bestimmungsmethode erscheint zuerst ungewohnt; bald jedoch gewöhnt man sich an dieselbe und erscheint sie dann einfach und übersichtlich. 1—72 heisst: wähle 1 oder 72. Stimmt 1, dann fahre fort 2—7, stimmt 72, dann nimm 73—104 u. s. w.

[2]) Die Litteraturangaben beziehen sich auf die Seite 431 erwähnten Abhandlungen.— Die Nummerierung der Arten stimmt mit den kritischen Bemerkungen überein, wo solche vorhanden sind (s. Seite 447).

Ascomycetes.

Alle Hypogaeen dieser Pilzgruppe gehören zu der von Vittadini aufgestellten Familie Tuberaceae. Letztere wird neuerdings folgendermassen zerlegt:

8—52—57. Fruchtkörper mit hohlen oder locker durch Hyphen ausgefüllten Gängen (selten mit einer gemeinsamen Höhlung). Sie münden noch aussen und sind mit der askusführenden Schicht (Hymenium) ausgekleidet.

Eutuberaceae Ed. Fischer [1]).

9—26. Fruchtkörper mit einfacher, centraler Höhlung oder mit hohlen Gängen.

10—15. Die Paraphysen verwachsen über den Asci zu einer pseudoparenchymatischen Deckschicht.

11—14. Der centrale, bisweilen verzweigte Hohlraum mündet an der Spitze des Fruchtkörpers.

Genea Vitt.

12—13. Fruchtkörper braun bis schwarzbraun; Sporen mit unregelmässigen kleinen, kegelförmigen Höckern besetzt.

4. G. verrucosa Vitt.

(Beitr. p. 87, Tab. II, Fig. 14, 15, 19 u. Tab. IV, Fig. 4.)

13—12. Fruchtkörper kohlschwarz; Sporen mit regelmässigen grösseren kegelförmigen Höckern besetzt.

5. G. vagans Mattirolo.

(Beitr. p. 88 u. Tab. II, Fig. 16—18.)

14—11. Der centrale, bisweilen verzweigte Hohlraum mündet an mehreren Stellen der Fruchtkörperoberfläche.

[Pseudogenea F. Bucholtz] [2]).

(Beitr., p. 89.)

---

[1]) Die einzige Abweichung besteht in der Hinzuziehung der Gattung Hydnocystis, teils aus practischen Gründen, teils des Umstandes wegen, dass bei Hydnocystis eine freilich verwachsene Ausmündung des Hohlraums vorhanden ist. Deshalb muss auch Hydnocystis von den Balsamiaceae ausgeschieden werden.

[2]) Die eingeklammerten Formen sind zwar in Russland noch nicht gefunden, ihr Vorkommen ist aber wohl möglich.

15—10. Paraphysen über den Asci frei endigend.

16—19. Ein centraler einfacher, zuweilen verzweigter Hohlraum.

17—18. Hohlraum einfach, an der Spitze des Fruchtkörpers mit einer durch Hyphen verwachsenen Oeffnung ausmündend.

Hydnocystis Tul.

Eine Art: 6. H. piligera Tul.

(Beitr., p. 117 u. Tab. IV, Fig. 9—11.)

18—17. Ein einfacher oder zuweilen verzweigter Hohlraum, dessen Verzweigungen immer gegen die einzige wirkliche Oeffnung des Fruchtkörpers gerichtet sind.

[Gyrocratera P. Henn.]

(Beitr., p. 89.)

19—16. Zahlreich mit einander verbundene Gänge münden an mehreren Stellen der Fruchtkörperoberfläche (ausnahmsweise sind sie gegen eine einzige Oeffnung gerichtet).

20—25. Sporen dickwarzig. **Hydnotria** Berk. et Br.

21—22. Sporen im Ascus meist 2-reihig; in der subhymenialen Schicht liegen einzelne Asci zerstreut.

7a. H. Tulasnei Berk et Br.

f. typica mihi.

(Beitr., p. 90 u. Tab. IV, Fig. 5; Nachtr. Bem. l. c., p. 335.)

22—21. Sporen meist einreihig.

23—24. Einzelne Asci liegen in der subhymenialen Schicht.

7b. H. Tulasnei Berk. et Br.

f. intermedia mihi.

(Nachtr. Bem. l. c., p. 337.)

24—23. Solche Asci nicht vorhanden.

7c. H. Tulasnei Berk. et Br.

f. carnea (Corda spec.) mihi.

(Beitr., p. 91 u. Tab. II, Fig. 20, 21; Nachtr. Bem. l. c., p. 337.)

25—20. Sporen glatt.

[Pseudohydnotria Ed. Fischer = Geopora Harkn. (vergl. Stufe 55 [1])].

(Beitr., p. 93.)

26—9. Fruchtkörper mit durch Hyphengeflecht ausgetüllten Gängen (venae externae).

27—28. Sporen glatt; Asci cylindrisch; venae externae am Grunde des Fruchtkörpers ausmündend.

[Stephensia Tul.]

(Beitr., p. 93.)

28—27. Sporen mit warziger, stacheliger oder netzförmiger Membranskulptur.

29—30. Asci keulenförmig oder cylindrisch; venae externae an der Spitze, seltener an mehreren Stellen des Fruchtkörpers ausmündend.

Pachyphloeus Tul.

Eine Art: 8. P. melanoxanthus Tul.

(Beitr., p. 93.)

30—29. Asci rundlich, sackförmig; venae externae entweder am Grunde oder an mehreren Stellen des Fruchtkörpers ausmündend. **Tuber** Mich.

31—39. Vena externae am Grunde des Fruchtkörpers meist an einer Stelle ausmündend; Fruchtkörper meist hornig oder holzig; Oberfläche glatt oder feinwarzig bis rauh (Untergattung Aschion).

32—35. Membranskulptur der Sporen netzig.

33—34. Am Grunde des Fruchtkörpers keine nennenswerte Vertiefung. 9. T. exiguum Hesse.

(Beitr., p. 96 u. Tab. V., Fig. 5; Nachtr. Bem. l. c., p. 337.)

34—33. Am Grunde des Fruchtkörpers eine grubenförmige Vertiefung. [T. excavatum Vitt.]

(Beitr. p., 97 u. Tab. I, Fig. 1—10.)

---

[1]) Vergl. *Ed. Fischer* in Ber. d. botan. Gesellsch. 1907, XVI, p. 375.

35—32. Membranskulptur der Sporen stachelig.

36—37—38. Peridie blassgelblich, glänzend; glatt.

10. T. nitidum Vitt.

(Beitr., p. 98 u. V, Fig. 7; Nachtr. Bem. l. c., p. 337.)

37—36—38. Peridie rötlichgelb, rauh bis körnig.

11. T. rutilum Hesse.

(Beitr., p. 99 u. Tab. V, Fig. 6. Nachtr. Bem. l. c., p. 338.)

38—36—37. Peridie rotbraun, feinwarzig.

[T. rufum Pico.]

(Beitr., p. 99.)

39—31. Venae externae an mehreren Stellen des Fruchtkörpers ausmündend; letzterer meistens fleischig (Untergattung Eutuber).

40—43. Fruchtkörperoberfläche schwarz bis dunkelbraun, mit pyramidenförmigen oder schildförmigen, mehrkantigen und meist radial gestreiften Höckern.

41—42. Sporen mit Netzskulptur.

12. T. aestivum Vitt.

(Beitr., p. 100 u. Tab. IV, Fig. 6, 7; Nachtr. Bem. l. c., p. 338.)

42—41. Sporen mit stacheliger Skulptur.

[T. brumale Vitt.]

(Beitr., p. 102 u. Taf. IV, Fig. 8.)

43—40. Fruchtkörperoberfläche weisslich, gelblich, bräunlich oder rötlich, glatt oder feinwarzig (körnig); Sporen mit Netzskulptur.

44—47. Sporen braun oder gelbbraun (mit olivenfarbigem, aber nicht rötlichem Ton), meist rundlich-ellipsoidisch.

45—46. Aeussere Peridienschicht aus lockerem Hyphengeflecht, fast pseudoparenchymatisch.

13. T. puberulum (sp. coll.) Ed. Fischer.

a. Innere Peridienschicht aus sehr locker verflochtenen Hyphen gebildet.

Forma *a.* albidum mihi.

(Beitr. p. 107, Tab. II, Fig. 1—10, Tab. V, Fig. 1; Nachtr. l. c. p. 338.)

b. Innere Peridienschicht aus fest verflochtenen Hyphen gebildet.

Forma *b.* puberulum (spec. Berk. et Br.) mihi.

(Beitr., p. 108)

c. Innere Peridienschicht stellenweise aus senkrecht nach aussen gerichteten verflochtenen Hyphen bestehend. Forma *c.* longisporum mihi.

46—45. Aeussere Peridienschicht aus festverflochtenen, zum Teil langgestreckten Hyphen gebildet (kein eigentliches Pseudoparenchym!).

14. T. intermedium F. Bucholtz.

(Beitr., p. 110 u. Tab. II, Fig. 22.)

47—44. Sporen rötlich- oder goldigbraun, meist länglich ellipsoidisch.

48—51. Aeussere Peridienschicht aus festverflochtenen, zum Teil langgestreckten Hyphen gebildet (kein eigentliches Pseudoparenchym).

49—50. Sporen mehr oder weniger rundlich mit weitmaschiger Netzskulptur. Maschenweite 8—11 μ und grösser; nicht mehr als zwei ganze Maschen auf dem Querdurchmesser der Spore sichtbar.

15. T. dryophilum Tul.

50—49. Sporen mehr oder weniger länglich; Maschenweite 5—6 μ. 16. T. maculatum Vitt.

(Beitr., p. 112.)

51—48. Aeussere Peridienschicht aus typischem Pseudoparenchym bestehend.

17. T. michailowskjanum mihi.

a. Kleinmaschige Netzskulptur; auf dem Querdurchmesser der Spore nicht weniger als 4—5 Maschen sichtbar. Forma *a.* microreticulatum mihi.

b. Maschen der Netzskulptur mittelweit; auf den Querdurchmesser der Spore kommen 3—4 Maschen.

Forma *b.* medioreticulatum mihi.

c. Maschen der Netzskulptur recht gross; selten mehr als zwei ganze Maschen auf dem Querdurchmesser der Spore sichtbar.

Forma *c.* macroreticulatum mihi.

52—8—57. Fruchtkörper mit geschlossenen, nicht nach aussen mündenden Hohlräumen, deren Wände mit der askusführenden Schicht ausgekleidet sind.

Balsamiaceae Ed. Fischer.

53—56. Fruchtkörper nur mit einem Hohlraum.

54—55. Die Wände des Hohlraumes ohne Falten.

Siehe oben Hydnocystis.

55—54. Die Wände des Hohlraumes mit allerseits nach innen vorspringenden Falten.

[Geopora Harkn. = Pseudohydnotria (vergl. Stufe 25).]

(Beitr., p. 118.)

56—53. Fruchtkörper mit vielen Hohlräumen.

Balsamia Vitt.

Eine in Russland bekannte Art:

18. B. platyspora Berk.

57—8—52. Asci im Fruchtkörper nesterartig, bandförmig oder zerstreut eingelagert (Elaphomycetineae.)

58—67. Fruchtkörper mit schwach entwickelter Peridie; das Fruchtkörperinnere bei der Reife nicht in eine pulverige Masse zerfallend.

Terfeziaceae Ed. Fischer.

59—60. Das Fruchtkörperinnere nicht von sterilen Adern oder Schichten durchzogen; häufig hohle Gänge vorhanden; Asci zerstreut dem Hyphengeflecht eingelagert.

Hydnobolites Tul.

Eine Art: 19. H. cerebriformis Tul.

(Beitr., p. 120 u. Tab. IV, Fig. 12—14.)

60—59. Das Fruchtkörperinnere von anastomosierenden sterilen Adern oder Schichten durchzogen, zwischen denen das askusführende Geflecht liegt.

61—62. Asci palissadenförmig in geschlängelten Bändern das Fruchtkörperinnere durchziehend.

Choiromyces Vitt.

Eine Art: 20. Ch. maeandriformis Vitt.

(Beitr., p. 122 u. Tab. IV, Fig. 16—18.)

62—61. Askusführende Partieen unregelmässige, rundliche oder polyëdrische Nester bildend; Asci unregelmässig gelagert.

63—66. Sporenmembran mit Skulptur. **Terfezia** Tul.

64—65. Sporen 20—25 μ im Durchm.; Sporenmembran stumpfhöckerig (?).

21. T. Boudieri Chat. var. Auzepii Chat.

(Beitr., p. 125 u. Tab. II, Fig. 25.)

65—64. Sporen 16—20 μ im Durchm., mit Netzskulptur.

22. T. transcaucasica Tichomirow.

(Beitr., p. 126, Tab. II, Fig. 23 u. Tab. IV, Fig. 15.)

66—63. Sporenmembran glatt; Fruchtkörper mit dunkeler Rinde. [Picoa Vitt.]

(Beitr., p. 131.)

67—58. Fruchtkörper mit deutlicher, dicker Rinde (Peridie); das Fruchtkörperinnere bei der Reife pulverig zerfallend. *Elaphomycetaceae* Ed. Fischer.

Mit einer Gattung: **Elaphomyces** Nees.

68—69. Innenschicht der Peridie mit netzig anastomosierenden, luftführenden Adern.

23. E. variegatus Vitt.

(Beitr., p. 132 u. Tab. V, Fig. 8, 9; Nachtr. Bem. l. c., p. 338.)

69—68. Innenschicht der Peridie aus gleichmässigem Geflecht, ohne Aderung.

70—71. Innere Peridienschicht weisslich oder gelblich, nach innen oft ins Rötliche übergehend.

24. E. cervinus (Pers.) Schröt.

(Beitr. p. 134 u., Tab. V, Fig. 10; Nachtr. Bem. l. c., p. 339.)

71—70. Innere Peridienschicht in ihrer ganzen Ausdehnung rotbraun bis dunkelviolett.

24ᵃ. E. cervinus (Pers.) Schröt. var. asperulus Ed. Fisch.

(Beitr., p. 136 u. Tab. V, Fig. 11.)

72—1. Pilze mit gegliederten Hyphen; Sporen auf Basidien (differenzierten Hyphenenden oder Konidienträgern).

Basidiomycetes.

Alle Hypogaeen dieser Reihe gehören zu den Gastromyceten und unter diesen wieder zu folgenden Gruppen:

73—104. Hypogaeische, selten fast epigaeische Fruchtkörper, von mehr oder weniger fleischiger Beschaffenheit; das Fruchtkörperinnere (Gleba) mit zahlreichen Gängen oder Kammern, deren Wände von der basidienführenden Schicht (Hymenium) ausgekleidet sind (**Hymenogastrineae**).

74—79. Gleba von einer unverzweigten in die Peridie übergehenden Kolumella durchsetzt.

Secotiaceae Ed. Fischer.

Eine Gattung: **Secotium** Kunze.

75—76. Fruchtkörper hypogaeisch oder mehr oder weniger epigaeisch, mit deutlichem Stiel; Gleba bei der Reife in pulverigen Sporenstaub zerfallend.

(25). S. agaricoides (Czern.) Holl.

(Beitr., p. 140 u. Tab. IV, Fig. 19, 20.)

76—75. Fruchtkörper hypogaeisch mit rudimentärem Stielchen; Gleba bei der Reife fleischig, nicht in Staub zerfallend; Sporen stachelig (Elasmomyces Cavara.)

77—78. Fruchtkörper aussen weiss, bis 3 cm im Durchm.

26. S. (E.) krjukowense F. Bucholtz.

(Beitr., p. 142 u. Tab. III, Fig. 1—10.)

78—77. Fruchtkörper aussen rotbraun, ungefähr 1 cm im Durchm.

27. S. (E.) michailowskjanum F. Bucholtz.

(Beitr., p. 143 u. Tab. III, Fig. 11.)

79—74. Gleba ohne Kolumella oder mit einer kurzen, starkverzweigten, nicht bis zur Peridie reichenden Kolumella.

80—89. Sporenführende Partieen (Tramaplatten) erheben sich strahlenförmig von einer sterilen, häufig verzweigten und von der Basis in die Gleba hineinragenden Geflechtspartie. *Hysterangiaceae* Ed. Fischer.

81—86. Sporenmembran gerippt, faltig oder höckerig.

82—85. Sporenmembran mit Längsrippen; Peridie bald verschwindend. **Gautieria** Vitt.

83—84. Glebakammern klein, weniger als 2 mm im Durchm.; Mycelstrunk am Grunde des Fruchtkörpers fast unverzweigt. 28. G. graveolens Vitt.

(Beitr., p. 146, Tab. III, Fig. 14 u. Tab. IV, Fig. 21.)

84—83. Glebakammern grösser, gewöhnlich 3 mm und mehr im Durchm.; Mycelstrunk am Grunde des Fruchtkörpers stark verzweigt.

29. G. morchellaeformis Vitt.

(Beitr. p. 147 u. Tab. III, Fig. 12, 13.)

85—82. Sporenmembran faltig oder höckerig; Peridie bleibend. **Dendrogaster** F. Bucholtz.

Eine Art: 30. D. connectens F. Bucholtz.

(Beitr., p. 149 u. Tab. III, Fig. 15, 16.)

86—81. Sporenmembran glatt; Sporen ellipsoidisch oder stäbchenförmig. **Hysterangium** Vitt.

87—88. Sporen 12—16 μ lang.

31. H. clathroides Vitt.

(Beitr., p. 152 u. Tab. I, Fig. 16.)

88—87. Sporen 20—23 μ lang.

32. H. stoloniferum Tul. var. mutabile mihi.

(Nachtr. Bem. l. c., p. 339.)

89—80. Tramaplatten von der Peridie ausgehend, nicht strahlig angeordnet; Gleba ohne Kolumella, zuweilen mit steriler Basis.

Hymenogastraceae Schröter.

90—95. Fruchtkörper ohne wurzelähnliche Mycelstränge.

91—92. Sporen eiförmig, ellipsoidisch oder spindelförmig, an der Spitze zuweilen mit Papille.

Hymenogaster Vitt.

Die Bestimmung der einzelnen Arten und Typen: 33 u. 33a H. tenera Berk. formae α und β mihi, 34 u. 34a H. arenaria Tul. formae α u. β mihi, 35 u. 35a H. Rehsteineri F. Bucholtz formae α u. β mihi, 36 u. 36a H. verrucosa F. Bucholtz formae α u. β mihi, 37 u. 37a H. vulgaris Tul. formae α u. β mihi, 38 H. citrina Vitt. siehe Seite 472.

92—91. Sporen kugelig, stachelig.

93—94. Sterile Basis vorhanden; Tramaplatten leicht spaltbar.

Octaviania Vitt.

Eine Art: 39. O. mutabilis Roum.

94—93. Keine sterile Basis; Tramaplatten nicht spaltbar.

Hydnangium Wallr.

Eine Art: 40. H. carneum Wallr.

(Beitr., p. 161 u. Tab. IV, Fig. 27, 28.)

95—90. Fruchtkörper mit wurzelähnlichen Mycelsträngen, seltener fast ohne dieselben, dann aber Sporen stets glatt und stäbchenförmig.

96—97. Glebakammern anfangs durch eine gelatinöse Masse ausgefüllt; Sporen ellipsoidisch oder kugelig.

[Leucogaster Hesse.]

(Beitr., p. 162.)

97— 96. Glebakammern hohl.

98—103. Sporen glatt, ellipsoidisch. **Rhizopogon** Fries.

99—100. Peridie dünn, häutig, mit wenigen Mycelsträngen am Grunde des Fruchtkörpers oder fast ohne dieselben.

41. Rh. aestivus Fries.

(Beitr., p. 162 u. Tab. I, Fig. 17; Nachtr. Bem. l. c., p. 341.)

100—99. Peridie dick, bei der Reife hornig werdend, von Mycelsträngen überall und besonders am Grunde bedeckt.

101—102. Peridie von der Gleba schwer trennbar; Fruchtkörper gelb.

42. Rh. luteolus Fries.

(Beitr.. p. 165 u. Tab. I, Fig. 18; Nachtr. Bem. l. c., p. 341.)

102—101. Peridie leicht abtrennbar; Fruchtkörper anfangs weiss, dann rötlich, zuletzt gelbbraun.

43. Rh. virens Fries.

(Beitr., p. 167.)

103—98. Sporen kugelig, warzig. [Sclerogaster Hesse.]

(Beitr., p. 168.)

104—73. Hypogaeische, seltener epigaeische Fruchtkörper von mehr oder weniger fleischiger Beschaffenheit; Gleba ohne Kammern und Gänge; Basidien einzeln zerstreut oder in unregelmässigen Gruppen dem Geflecht eingelagert (**Plectobasidiineae**).

Hypogaeische Formen finden sich nur in der Familie der *Sclerodermataceae* Fries.

105—108. Peridie weich fleischig, nicht streng von der Gleba abgesondert; Sporen ellipsoidisch, glatt, dunkelgefärbt. **Melanogaster** Corda.

106—107. Peridie gelbbraun oder rötlichbraun; Sporen ellipsoidisch, am Ende stumpf.

44. M. variegata Tul.

(Beitr., p. 170 u. Tab. I, Fig. 19, 20, 21.)

107—106. Peridie olivenbraun, fast flaumig; Sporen am Ende zugespitzt, fast citronenförmig.

45. M. ambigua Tul.

(Beitr., p. 171 u. Tab. I, Fig. 22—24; Nachtr. Bem. l. c., p. 342.)

108—105. Peridie häutig oder lederartig, mehr oder weniger von der Gleba abgesondert.

109—112. Sporen vor der Reife von einer Hyphenhülle umgeben.

Scleroderma Pers.

Mit der hypogaeischen Untergattung:

Phlyctospora (Corda).

110—111. Fruchtkörper glatt; Sporen gross, mehr als 8 μ im Durchm.

46. Scl. (Phl.) fuscum (Corda) Ed. Fischer.

(Beitr., p. 173, Tab. I, Fig. 25 u. Tab. V, Fig. 12—14.)

111—110. Fruchtkörper warzig; Sporen klein, nicht grösser als 5 μ im Durchm.

47. Scl. (Phl.) Magni-Ducis (Sorok.) Ed. Fischer.

(Beitr., p. 174.)

112—109. Sporen ohne Hülle. **Pompholyx** Corda.

Eine Art: 48. P. sapida Corda.

(Beitr., p. 175 u. Tab. V, Fig. 15, 16; Nachtr. Bem. l. c., p. 342.)

Vereinfachte Bestimmungstabelle nach den Sporen nur für die in Russland gefundenen Gattungen.

I. *Sporen in Asci (Ascomycetes).*

A. Sporen rund.

a. Sporen glatt . . . . . Hydnocystis.

b. Sporen nicht glatt.

1. Sporen stachelig.

Hydnobolites, Pachyphloeus, Choiromyces.

2. Sporen warzig . . . . Hydnotria, Elaphomyces.
3. Sporen netzig . . . . . Terfezia.

B. Sporen länglich.

a. Sporen glatt . . . . . Balsamia.
b. Sporen nicht glatt . . . . . Genea, Tuber.

II. *Sporen auf Basidien (Basidiomycetes).*

A. Sporen rund.

a. Sporen glatt . . . . . Secotium agaricoides.
b. Sporen nicht glatt.

1. Basidien im Hymenium.
Secotium (Elasmomyces), Octaviania, Hydnangium.
2. Kein Hymenium vorhanden.
Scleroderma (Phlyctospora), Pompholyx.

B. Sporen länglich.

1. Sporen glatt.
Hysterangium, Rhizopogon, Melanogaster.
2. Sporen nicht glatt.
Gautieria, Dendrogaster, Hymenogaster.

III. Sporen in dickwandigen Sporenbehältern, deren Grösse mehr als 50 μ im Durchm. beträgt; Sporen meist nicht entwickelt. Endogone.

B. Bemerkungen zu den gefundenen Arten.

1[1]). Endogone macrocarpa Tul.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 80 u. Tab. IV, Fig. 1—3.)

Ein kleines Exemplar dieser Species fand ich am 28.VIII.07[2]) im Walde „Schebaly" bei Michailowskoje.

[1]) Die Nummerierung bezieht sich auf die Zahlen in der Bestimmungstabelle; die mit einem Stern versehenen Nummern sind neu für Russland.

[2]) Datumangabe in altem julischen Stil.

3. **Endogone lactiflua** Berk.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 82, Tab. II, Fig. 11, 12 u. Tab. V, Fig. 3.)

Diese bisher mir nur aus Kemmern in Livland bekannte Art ist in mehreren Exemplaren von Gräfin K. P. Scheremeteff und von mir am 23.VIII.07 unter gepflanzten Tannen (Abies sibirica) bei Sekirino unweit Michailowskoje gefunden worden. Die recht stattlichen, bis 2 cm grossen, unregelmässig knollenförmigen Fruchtkörper lagen unter der Schicht abgefallener Nadeln. Nur die reiferen Exemplare waren stark milchend. Die Sporangienhülle ist typisch gebaut und besteht aus dickeren Hyphen als beim Exemplar aus Kemmern (vergl. l. c. Tab. II, Fig. 11). In Alkohol nimmt das Früchtkörperinnere zuerst einen lebhafteren orangefarbigen Ton an.

5. **Genea vagans** Matt.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 88 u. Tab. II, Fig. 16—18.)

Ein kleines Exemplar dieser Art mit fast einfacher, nur am Grunde mit einer kleinen säulenförmigen Erhebung versehenen Höhlung und mit deutlicher Ausmündung wurde im Aug. 1906 am Abhange einer Schlucht im Walde „Schebaly“ bei Michailowskoje gefunden. An derselben Stelle fanden sich auch Hymenogasterarten.

6. **Hydnocystis piligera** Tul.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 117 u. Tab. IV, Fig. 9—11.)

In mehreren Exemplaren fand ich diese Art am 6.VIII.06 unweit Krjukowo an der Nikolaibahn auf der 33. Werst von Moskau unter einer Eiche und Fichte. Der Boden war humoser Lehm. Die Fruchtkörper lagen fast oberflächlich und zeichneten sich durch ihren starken unangenehmen Geruch aus. Die Ausmündungsstelle war überall deutlich sichtbar. Die Asci waren bis 290 μ lang, davon der sporenführende Teil bis 203 μ. Die Sporen waren 26—29 μ im Durchmesser, also kleiner als die Angaben Tulasne's und grösser als meine ersten Angaben l. c. Letztere sind wohl auf die damals noch unentwickelten Sporen zurückzuführen (vergl. l. c. Anmerkung).

Was die Stellung von Hydnocystis im System anbelangt, so gehört dieser Pilz sicher nicht zu den Balsamiaceen im engeren Sinne. Die fast epigäische Lebensweise, sowie das Vorhandensein einer freilich meist durch Hyphen ausgefüllten Ausmündungsstelle legt unwillkürlich die Vermutung nahe, dass es sich um einen Vertreter der Pezizaceen, oder wenigstens um einen nahen Verwandten derselben handelt. Diese Vermutung ist auch schon von Ed. Fischer [1]) ausgesprochen worden. Lotsy hällt Hydnocystis für eine Uebergangsform zwischen den Balsamiaceen und Pezizaceen [2]).

7b. **Hydnotria Tulasnei** Berk.

Forma intermedia mihi.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 90; Nachtr. Bemerk. l. c., p. 337.)

Alle Hydnotriafunde des Sommers 1906 und 1907 gehören dieser von mir aufgestellten Mittelform von H. Tulasnei an; jedoch neigen sie stark zur Form carnea (Corda spec.) mihi hin, indem die Zahl der unter dem Hymenium zerstreut liegenden Asci nur eine geringe ist. Die Sporen sind bei allen Exemplaren gleich gross, c. 29 μ im Durchm., ohne Sculptur gerechnet. Ihre Farbe ist je nach der Reife heller oder dunkler rotbraun. An der Spitze der oft gekrümmten Paraphysen sieht man in Alkoholpräparaten nicht selten nadelförmige Kristalle. Gefunden wurde diese anscheinend nicht so seltene Art von mir am 27.VI.06 und 24.VII.06 in „Schebaly“ unter Laubholz, im Walde „Schischkino“ unter Fichten, im Walde am Wege nach Pljeskowo am 29.VII.06 unter Eichen; ferner am 7.VIII.06 unter Linden im Park von Michailowskoje von Gräfin K. P. Scheremeteff und ebenfalls von mir am 10.VIII.06 im Park von Chimki an der Nikolaibahn und am 18.VIII.07 im Park von Ostafiewo. Ein unreifes offenbar derselben Art angehöriges Exemplar fand Gräfin K. P. Scheremeteff am 29.VII.07 unter Kiefern im Park von Wedenskoje im Kreise Swenigorod.

Die Fruchtkörper sind oft fast epigäisch.

---

[1]) in Engler u. Prantl. Natürl. Pflanzenfamilien. 1 Teil, 1 Abt., p. 288.

[2]) Lotsy, J. P. Vorträge über Botan. Stammesgeschichte. I Bd., 1907, p. 584.

8. **Pachyphloeus melanoxanthus** Tul.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 93.)

Ein junges Exemplar dieser bisher nur aus dem Gouvernement Kursk bekannten Art fand ich am 9.VIII.07 im Park von Kemmern (Livland) unter einem Haselstrauch. Die Oberfläche des Fruchtkörpers war gelb und warzig.

11. **Tuber rutilum** Hesse.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 99 u. Tab. V, Fig. 6; Nachtr. Bemerk. l. c., p. 338.)

Wie schon früher l. c. betont wurde, unterscheiden sich Tuber rufum Pico, T. rutilum Hesse und T. nitidum Vitt. nur wenig, sodass sie Ed. Fischer in Rabenhorsts Kryptogamenflora Bd. I, Abt. V, 1897, p. 57 unter dem gemeinsamen Namen T. rufum vereinigt. Nachdem mir nunmehr viele *reife* Exemplare aus Michailowskoje und die l. c. erwähnten Originalexemplare zur Verfügung standen, muss ich ebenfalls zugeben, dass es schwer fällt diese drei Formen auseinanderzuhalten. Die Sporen zeigen keinen nennenswerten Unterschied. Nur äusserlich unterscheidet sich T. rufum (Original aus Italien) durch seine dunkelrotbraune, rauhe Oberfläche und T. nitidum (Original aus Italien) durch seine *glatte*, gelbliche und *glänzende* Oberfläche. Die Peridie ist in beiden Fällen sehr hart und das sporenführende Gewebe reicht bis an das hornartige Pseudoparenchym der Peridie heran.

Hesse's T. rutilum scheint mir nach Untersuchung seines Originalmaterials eine Mittelform darzustellen inbezug auf Oberflächenbeschaffenheit und Peridienbau. Die Oberfläche ist rötlich gelbbraun, rauh bis flaumig, glänzt nicht und ist etwas weicher. Ein Merkmal scheint allerdings T. rutilum von T. rufum und T. nitidum zu unterscheiden, das ist das Vorhandensein einer inneren, verhältnismässig dünnen Peridienschicht, welche aus langgestrecktem Hyphengeflecht besteht und häufig einzelne grössere Hyphen (hyphes vasculares) enthält [1]). Diese Schicht ist sowohl bei Originalexemplaren

[1]) Bei einem von Mattirolo in Florenz gefundenen T. rufum fand ich Anzeichen einer inneren, ähnlich gebauten Peridie.

von Hesse deutlich zu sehen als auch bei denen, welche ich unter T. rutilum zusammenfasse. Aber auch alle T. nitida aus Russland weisen eine mehr oder weniger entwickelte innere Peridienschicht auf; daher ist der Unterschied zwischen dem russischen T. rutilum und T. nitidum noch geringer. Vielleicht sind alle russischen T. nitida nur hellere Jugendstadien des späteren T. rutilum. Hierfür spricht der Umstand, dass ich früher (1899) meist nur T. nitidum fand und zwar nicht völlig reife, hellgebliche Fruchtkörper, während im Jahre 1906, in dem die Reifezeit früher war, und Ende August 1907 nur T. rutilum, nicht aber T. nitidum gesammelt wurde. Provisorisch mag also noch die Zuzählung der hellgelblichen russischen Exemplare zu T. nitidum bestehen bleiben, während die reiferen, dunkleren unzweifelhaft zu T. rutilum Hesse gehören. Vielleicht gelingt es noch wirklich einen ganz reifen gelben und glatten Fruchtkörper von T. nitidum in Russland zu finden.

Bei den 1907 in Michailowskoje gefundenen typischen Exemplaren ist schon äusserlich die basale Ausmündungsstelle der venae externae als weisser Fleck oder Linie zu bemerken. Ein Schnitt zeigt ebenfalls, dass keine Adern anderswo an der Peripherie münden. Die dicke fast sklerotienartig verflochtene Peridienschicht umgiebt den ganzen Fruchtkörper. Das Fruchtkörperinnere ist frisch lilagrau mit deutlichen weissen Adern. In Alkohol wird die Farbe heller und die Adern sind undeutlich. Ganz junge Exemplare sind aussen ebenfalls matt, rötlich gelbbraun. Ein sehr grosses bis 2,5 cm im Durchschnitt messendes Exemplar fand ich ebendaselbst im Park am 26.VIII.07. Bei sonst gleichen Merkmalen waren aber ausser der basalen Ausmündungsstelle der venae externae mehrere andere an der Peripherie deutlich zu sehen. Ein Beispiel, dass dieses Merkmal nur mit Vorsicht benutzt werden darf.

Diese Art wurde von der Gräfin K. P. Scheremeteff am 28.VII.06 und von Herrn N. Mossolow am 8.VIII.06 im Park von Michailowskoje gefunden, und zwar erstere Exemplare unter Linden längs dem Wege zum Schulgebäude und letztere unter Fichten in sandigem Boden. Die erst erwähnten Exemplare scheiden in Alkohol viel Mannit (?) aus. Am 25. und 26.VIII.07 wurden mehrere typische Exemplare von Herrn N. Mossolow und mir im Park von Michailowskoje unter Linden und Nadelholz gesammelt, während das obenerwähnte grosse Exemplar an einer anderen Stelle daselbst von

mir gefunden wurde. Ferner wurde ebendaselbst am 28.VII.06 von Gräfin K. P. Scheremeteff ein dunkelrotbraunes Exemplar derselben Art gefunden, welches ich anfangs für einen typischen T. rufum hielt. Dunklere rotbraune Flecken sind aber häufig auch bei T. rutilum, besonders in Falten oder Vertiefungen des Fruchtkörpers zu finden und ist hier die Oberfläche auch rauher, fast gekörnt (nez de chien). Da aber alle anderen Merkmale gut mit T. rutilum übereinstimmen, andererseits die Grenze zwischen den beiden Species nicht scharf zu sein scheint, so will ich dieses einzelne Exemplar noch bei T. rutilum lassen. 4-sporige Asci sind vorherrschend, daneben trifft man auch viel 2-sporige. Die Sporengrösse der ersteren ist 20—26 ≍ 13—17 μ, der letzteren 26—35 ≍ 17—20 μ.

12. **Tuber aestivum** Vitt.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 100 u. Tab. IV, Fig. 6, 7; Nachtr. Bem. l. c., p. 328.)

Diese offenbar in Süd- und Südwestrussland weit verbreitete Trüffel wird von N. *Schaworow* neuerdings (Semljedeltscheskaja Gaseta, 1905, pag. 458 [russisch]) für den Kaukasus angeführt, woselbst sie im Küstengebiet des Schwarzen Meeres vorkommen soll. Die stets wieder auftauchenden Behauptungen, dass Tuber brumale in Russland anzutreffen sei (vergl. P. *Kamenogradsky*, Dochodnoje Gribowodstwo, 1907 [russisch]), bedürfen einer wissenschaftlichen Nachprüfung. Bis dahin halte ich das Vorkommen dieses Pilzes in Mittel- und Westrussland für unwahrscheinlich und nehme eine Verwechselung mit Tuber aestivum Vitt. an.

13 b. **Tuber puberulum** (sp. coll.) Ed. Fischer.

b. puberulum s. str.

(Beitr. zur Morph. u. Syst., p. 108.)

Diese Form mit rundlichen, fein genetzten und olivenbraunen Sporen wurde in Michailowskoje im Walde „Schischkino“ am 27.VI.06 und unter Fichten- und Kiefernanpflanzungen beim Flüsschen Jasowka in demselben und dem folgenden Jahr gefunden. Am 25.VIII.07 fand ich diese Species auf der alten Stelle unter Kiefern am Wege nach Sekirino wieder.

Aeusserlich sind die meist unregelmässig knolligen Exemplare grauweiss mit weissen flaumigen Flecken. Im ganzen sind sie aber nicht so flaumig, wie die früheren Exemplare aus Kemmern in Livland.

Die Peridie ist dünn, nach aussen schaumig pseudoparenchymatisch. Die inner Schicht führt viel Luft. Das Fruchtkörperinnere ist lilagrau. In Alkohol wird die Oberfläche runzelig und einfarbig.

*13 c. **Tuber puberulum** (sp. coll.) Ed. Fischer.

c. longisporum mihi.

Dieser Pilz, welchen ich 1906 in Krjukowo an der Nikolaibahn gefunden habe, unterscheidet sich von den Formen a. und b. dieser Art durch folgende Merkmale: Das Aeussere des rundlichen, c. 0,75 cm im Durchm. grossen Fruchtkörpers ist hellchamoisfarbig. Die Oberfläche ist scheinbar flaumig. Die Peridie besteht zu äusserst aus unregelmässig verflochtenem Pseudoparenchym, darauf folgt hin und wieder ein langgestrecktes Hyphengeflecht, oft aber ein hymeniumartiges, senkrecht zur Oberfläche gerichtetes verflochtenes Hyphengewebe, von dem sich die Peridie leicht abtrennt. Diese Schicht, welche einem sterilen Hymenium ähnelt, scheint aber nicht durchweg vorhanden zu sein. Möglicherweise haben wir hier ein in der Entwickelung zurückgebliebenes (vielleicht abnormes) Hymenium vor uns. Die Sporen sind länglicher als bei den Formen a und b, und haben die Farbe der Puberulum-Gruppe. Asci mit 1—4 Sporen; 3-sporige sind am häufigsten. Genaue Messungen der Sporen ergaben folgende Grössen:

	Sporen— Länge. Breite. (ohne Sculptur).	Weite der Maschen.	Höhe der Leisten.	Verhältnis der Breite zur Länge.
1-sporige Asci	40,6—49,3 ≍ 29—32 μ	5,8—8,7 μ	4,3 μ	0,68
2-sporige Asci	c. 32 ≍ 20,3 „	5,8 „	2,9 „	0,64
3-sporige Asci	27,5—32 ≍ 20,3—24,6 μ	4,3—5,8 „	2,9—4,3 „	0,75
4-sporige Asci	23,2—27,5 ≍ 17,4—21,7 „	4,3—5,8 „	2,9 „	0,77
			im Durchschn.	0,71

Diese neue Form steht der Form a. albidum mihi am nächsten, ist jedoch durch den Bau der Peridie verschieden. Der Sporenform nach steht sie auch nahe einem T. Borchii Vitt., welchen Ed. Fischer bei Bern gefunden hat. Ebenso dürfte T. murinum Hesse (Original) nicht fern stehen, welche Art übrigens *deutliches Pseudoparenchym* besitzt und daher nicht zur Gruppe β. Ed. Fischer's in Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschl. Bd. I. Abt. V. 1897, p. 47 gestellt werden darf.

Wir unterscheiden demnach von T. puberulum 3 Formen und zwar hauptsächlich durch folgende Merkmale:

Forma *a. albidum* mihi: Innere Peridienschicht sehr locker, luftführend.

Forma *b. puberulum* (s. str.): Innere Peridienschicht aus fester verflochtenen Hyphen gebildet.

Forma *c. longisporum* mihi: Innere Peridienschicht stellenweise aus rechtwinkelig zur Oberfläche gerichtetem pseudoparenchymatischem Hyphengeflecht bestehend. Sporen länglicher als bei a. u. b.

14. **Tuber intermedium** F. Bucholtz.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 110 u. Tab. II, Fig. 22.)

Am 21. und 22.VIII.07 fand ich einige Exemplare dieses Pilzes unter Kiefern und Fichten im Park von Michailowskoje längs dem Wege zum Schulgebäude. Der Fruchtkörper ist regelmässig kugelig, fühlt sich fest an und ist weiss-gelblich mit dunkleren durchscheinenden Flecken (Ausgangsstellen der venae internae). Die Peridie besteht aus verflochtenen, zuweilen sklerotienartig mit einander verschmelzenden Hyphen. Sie ist etwas dünner als beim Original, aber sehr fest beim Schneiden.

*15. **Tuber dryophilum** Tul.

Litter: *Tulasne,* Fungi hypogaei, p. 147, Tab. V, Fig. III, Tab. XIX, Fig. VIII.
Schröter, Kryptog.-Flora v. Schlesien. Pilze II, p. 195.
Hesse, Hypogaeen Deutschlands. Bd. II, p. 25.
Fischer in Rabenhorsts Krypt.-Flora v. Deutschl. Bd. I, Abt. V, p. 51.

Zu dieser Art stelle ich eine von der Gräfin K. P. Scheremeteff am 8.VIII.06 in Michailowskoje unter Linden gefundene Form,

welche sich durch die weiten Maschen der Sporenmembran auszeichnet. Der Fruchtkörper ist aussen bräunlich; die Peridie besteht wie bei T. intermedium und T. maculatum aus dicht verflochtenem Hyphengeflecht. Die reifen Sporen sind aber rotbräunlich gefärbt; im Gegensatz zu T. maculatum sind sie rundlich-ellipsoidisch und haben sehr weite Netzmaschen. Es herrschen 1-, 2- u. 3-sporige Asci vor. Die Sporenmasse sind folgende:

	Sporen— Länge. Breite. (ohne Sculptur).	Weite der Maschen.	Höhe der Leisten.	Verhältnis der Breite zur Länge.
1-sporige Asci	40,6 ≍ 31,9 μ	8,7—13 μ	5,8—8,7 μ	78,6
2-sporige Asci	29—34,8 ≍ 21,7—29 μ	8,7—11,6 μ	5,8—7,2 μ	78
3-sporige Asci	27,5—29 ≍ 20,3—21,7 μ	8,7 μ	5,8 μ	74
4-sporige Asci	selten u. entsprechend	kleiner.	in Durchschn.	76,7

Gegenüber einem Originalpräparat von T. dryophilum meiner Sammlung (Pr. V, 45) aus Italien (Asti) sind bei unserm Exemplar die Maschen der Netzskulptur unregelmässiger und ein wenig kleiner. Ein anderes Präparat von Mattirolo aus Italien (30.XII.89 Asti, M. Belli) hat allerdings noch bedeutend kleinere Maschen und gehört, meiner Meinung nach, eher zu T. maculatum. Die weiten Maschen dieser Art sind scheinbar durch mangelhafte Ausbildung von Leisten innerhalb der grossen Maschen entstanden, denn nicht selten sieht man im Zentrum einer solchen Masche Ansätze zur Leistenbildung. T. dryophilum gehört jedenfalls zur T. maculatum-Gruppe und ist nur durch die sehr grossen Maschen und rundlicheren Sporen von letzterer unterschieden. Am besten passt auf unseren Pilz die Beschreibung bei Schröter l. c., woselbst die Maschenweite bis 11 μ angegeben ist.

Vielleicht ist hierher die in den Beitr. z. Morph. u. Syst. p. 112, Anmerkung 2 erwähnte Form aus dem Gouvernement Tula zu stellen, jedoch ist wegen Unreife des Fruchtkörpers die Sporenmembran noch nicht endgiltig entwickelt und kann

die anscheinend sehr grossmaschige, aber unregelmässige Netzskulptur noch Veränderungen erfahren.

16. **Tuber maculatum** Vitt.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 112.)

Die T. maculatum-Gruppe zeichnet sich durch die festverflochtene sklerotienähnliche Peridie aus. Auch die äussersten schon gebräunten Rindenzellen gehören zu solchem Gewebe. Nur selten z. B. beim Exemplar aus Krasnaja Pachra vom 29.VII.06 und Woronowo vom 22.VIII.07, sind letztere fast pseudoparenchymatisch. Die Oberfläche der typischen T. maculatum-Exemplare ist weisslich mit dunkleren Flecken; die Sporen sind ellipsoidisch und haben ein recht kleines Netz; ihre Farbe ist stets rötlichbraun. T. dryophilum mit seiner grossmaschigen Netzskulptur scheint nur eine extreme Form dieser Gruppe zu sein.

Hierher gehören die am 29, 30 u. 31.VII.06 im Walde am Pljeskowischen Wege in Michailowskoje gefundenen Exemplare. Sie sind äusserlich hellgelblich-weiss mit dunkleren Flecken; das Fruchtkörperinnere ist violettbraun, in Alkohol braun. Die Verhältniszahlen der Breite zur Länge der Sporen sind: 0,69—0,70, was mit meinen früheren Angaben so ziemlich übereinstimmt. Die absolute Grösse der Sporen fand ich jedoch etwas grösser bis 52,2 ≍ 33 μ bei einsporigen Asci. Die anderen Sporen, sowie auch deren Maschenweite waren dementsprechend kleiner. Weitere Exemplare, an demselben Ort etwas später (5.VIII.06) von Herrn N. Mossolow gefunden, sind sehr ähnlich, haben aber eine recht grossmaschige (bis 10 μ) Netzskulptur. Aehnliche Exemplare wurden von Herrn N. Mossolow und von mir am 26. u. 28.VII.06 im Park von Senjkino (einige Werst von Michailowskoje) gesammelt. Auch im Park von Krasnaja Pachra (10 Werst von Michailowskoje) fand ich am 29.VII.06 dieselbe Species, welche demnach in der betreffenden Gegend weit verbreitet zu sein scheint. Beim letzteren Exemplare ist das Verhältnis $\frac{\text{Breite}}{\text{Länge}}$ der Sporen etwas grösser = 0,73. — Am 22.VIII.07 fand ich diese Form im Park von Woronowo unter Fichten.

*17. **Tuber michailowskjanum** nov. sp. mihi.

Synon: T. puberulum Ed. Fischer, c. michailowskjanum mihi (pr. p.).
T. ferrugineum Vitt. var. balsamioides mihi (pr. p.).

Litteratur: Bucholtz, F. Hypogaeen aus Russland. Hedwigia XL, 1901, p. 308 u. 309. — Beitr. z. Morph. u. Syst. 1902, p. 109 u. 114, Tab. V, Fig. 2. — Zur Morph. u. Syst. d. Fungi hypogaei. Annal. mycol. Vol. I, 1903, p. 19.

Nach nochmaligem Vergleich der vorhandenen Litteratur kommen meine unter obigem Namen zusammengefassten Tubera dem T. foetidum Vitt. und T. ferrugineum Vitt. am nächsten. Von letzteren soll aber T. foetidum durch seinen starken Geruch und die grossen Netzmaschen der Sporen und T. ferrugineum durch die Weichheit des Pilzkörpers ausgezeichnet sein. Ausserdem ist, wie ich l. c. gezeigt habe, nicht klar, ob die Sporen von T. ferrugineum Vitt. eine Netzskulptur besitzen oder aber gestachelt sind. Dieser Mangel an genauer Uebereinstimmung — auch nach Vergleich mit den Originalexemplaren—einerseits, andererseits das Verhandensein aller Uebergänge zwischen Formen mit engmaschiger und weitmaschiger, rundlicheren und länglicheren, bräunlicheren und rötlicheren Sporen lassen es ratsam erscheinen, nachdem ich jetzt reichliches reifes Material besitze, alle diese unbestimmten Formen zu vereinen. Da ich diese Pilze bisher meist nur in Michailowskoje gefunden habe, wo sie relativ häufig sind, so möchte ich für sie den Namen Tuber michailowskjanum vorschlagen. Die genaue Charakteristik dieser Art, welche also teilweise mit T. puberulum Ed. Fischer, c. michailowskjanum mihi und T. ferrugineum Vitt. var. balsamioides mihi zusammenfällt, wäre demnach folgende:

Tuber michailowskjanum nov. sp.

Tuber initio rotundum, deinde irregulare, 0,5—2,0, plerumque 1,0 cm diam.; mox effossum colore fulvo, plerumque testaceo-ferrugineo, maculis clarioribus albidis (quo loco venae externae in superficiem exeunt); superficies tuberis sine fulgore, sive asperula, sive leve granulosa, peridio externo pseudoparenchymatico, interno hyphis longioribus contexto; pars interior initio ochroleuca, demum

castaneo-violacea, carnosa, venis externis albidis, ramosis marmorata; asci rotundati interdum brevissime pedicellati, 1—5 sporas inaequale evolutas concludentes; sporae plus minusve ellipsoideae, colore ferrugineo, magnitudine varia: 25—50 ≂ 20—35 μ (sine sculptura), sporarum reticula 4,6—8,7 μ lata et 3,2—5,8 alta.

Habitatio: In silvis et horto vetusto sub arboribus foliosis, plerumque tiliis prope Michailowskoje guberniae mosquensis, distr. Podolsk.

Der Fruchtkörper dieses Pilzes ist anfangs rundlich, später unregelmässig, 0,5—2,0 cm, meistens 1,0 cm im Durchm. Bei Verwachsung von mehreren Fruchtkörpern entspricht die Verwachsungsstelle den venae internae, so dass also in solchen Fällen die „Grundschale" anormal ausgebildet gewesen ist. Frisch der Erde entnommen erscheint der Fruchtkörper hellbräunlich mit rötlichem Schimmer. Die Oberfläche ist matt bis rauh, zuweilen fast körnig, mit helleren weisslichen Flecken (Ausmündungsstellen der Venae externae). Junge Stadien sind hellgelblich, ältere rotbräunlich. Der Fruchtkörper besitzt eine leicht schneidbare, jedoch nicht weiche (nachgebende) Konsistenz. Das Fruchtkörperinnere ist anfangs weisslichgelb, später gelbbräunlich mit weissen, spärlichen von verschiedenen Stellen der Peridie ausgehenden Adern (venae externae). Bei völliger Reife ist das Innere violettbräunlich mit deutlichen Adern. Die dunkle Färbung rührt nicht nur von den Sporen her, wie einige Exemplare mit noch schwach entwickelten Sporen beweisen. Die verschieden dicke Peridie besteht zu äusserst aus einem pseudoparenchymatischen Gewebe (l. c. p. 71 pr. Fg. bis kug. Fg.). Nach innen folgen parallel zur Oberfläche gestreckte Schichten (ibid. verkl. Fg.), welche bis an das ascusführende Gewebe reichen. Zwischen ihnen sind einige auffallend dicke und gegliederte Hyphen (Ascogene Hyphen, resp. hyphes vasculares) nicht selten. Die Asci sind rundlich, hin und wieder sehr kurz gestielt und enthalten 1, 2, 3, 4, bisweilen auch 5 Sporen, welche aber selten gleichmässig entwickelt sind. Die Sporen haben eine *rötlichbraune* (nicht olivenbräunliche) Farbe. Bei sehr reifen Sporen verschwindet diese rötliche Färbung fast ganz und müssen solche Sporen bei offenem Diaphragma beobachtet werden. Die Sporenform ist rundlich-ellipsoidisch bis länglich ellipsoidisch, d. h. an den Enden fast zugespitzt. Die *Sporengrösse* ist sehr verschieden. Die Maschen der

Membranskulptur fallen beim Eintrocknen zusammen und geben dann ein entstelltes Bild. Die Masse sind im Mittel folgende: Länge 25—50 μ, Breite 20—35 μ, Netzweite 4,6—8,7 μ, Leistenhöhe 3,2—5,8; Verhältnis der Breite zur Länge 0,67 bis 0,85.

Der *Geruch* des reifen Fruchtkörpers ist nicht unangenehm, dagegen ist er sehr scharf bei wurmstichigen Exemplaren [1]).

Der *Fundort* ist meistens nicht tief unter der Erdoberfläche unter stark belaubten Bäumen, z. B. Linden. Hier ist der Boden gewöhnlich unbedeckt, aber nicht trocken. Da er einen gewissen Tongehalt besitzt, so bricht er beim Graben schollenweise auf. Die Farbe des Bodens ist gelblichgrau bis dunkel (bei Regenwetter).

Die einzelnen Exemplare von verschiedenen, aber auch manchmal von denselben Fundstätten lassen sich nach gewissen Merkmalen folgendermassen anordnen:

Forma a. microreticulatum: *Kleinmaschige Netzskulptur. Auf dem Querdurchmesser der Spore sind nicht weniger als 4—5 Maschen sichtbar.*

Hierher gehören die früher mit T. puberulum c. michailowskjanum mihi bezeichneten Formen, welche in Michailowskoje beim „Dolgi lug" unter jungen Linden jährlich gefunden werden können. Die Netzweite ist 4,6—5,5 μ. Ich besitze Exemplare von dort, welche am 20, 30.VII u. 16.VIII.1899 gesammelt wurden, ferner aus dem Park von Senjkino (unweit Michailowskoje) vom 26.VII.06, aus Krjukowo bei der 33. Werst von Moskau an der Nikolaibahn vom Sommer 1906, ferner mit etwas grossmaschigerem Netz (—8 μ) von der alten Stelle beim „Dolgi lug" vom 22,27.VII u. 9.VIII.06. Von letzteren hatte ich früher einige zu T. ferrugineum var. balsamioides mihi gestellt, während die anderen dem früheren T. puberulum c. michailowskjanum entsprechen.

Forma b. medioreticulatum: *Maschen der Netzskulptur mittelweit. Auf den Querdurchmesser der Spore kommen 3—4 Maschen.*

---

[1]) Hinweise auf scharfen, ekelerregenden Geruch bei Tuberaceen scheinen mir vielfach auf Zersetzungserscheinungen zu beruhen und könnten daher solche Species wie T. foetidum Vitt. und T. rapaeodorum Tul. vielleicht gut mit anderen geruchlosen vereinigt werden. Ich erinnere an Choiromyces maeandriformis Vitt., welcher ekelerregend und deshalb ungeniessbar sein soll. Soweit ich letztere Species kenne, haben nur wurmstichige oder faulende Exemplare einen solchen scharfen Geruch. Gesunde Exemplare riechen angenehm und sind natürlich geniessbar.

Hierher gehören die Exemplare aus dem Walde „Gratschewniki“ vom 22.VII.06, aus dem Walde beim Wege nach Pljeskowo vom 29.VII.06, aus dem Park von Krasnaja Pachra vom 29.VII.06, aus dem Park von Senjkino vom 20.VIII.07, von Ostafiewo vom 18.VIII.07 und die von der Gräfin K. P. Scheremeteff am 9.VIII.06 beim „Dolgi lug“ gesammelten Fruchtkörper.

Forma c. macroreticulatum: *Maschen der Netzskulptur recht gross,* jedoch kleiner als bei T. dryophilum Tul. *Selten mehr als zwei ganze Maschen auf dem Querdurchmesser der Spore sichtbar.* Im Zentrum der Maschen bisweilen Rudimente einer Leiste.

Hierher gehören die früher zu T. ferrugineum Vitt. var. balsamioides mihi gestellten Formen, welche ich im August 1899 in Michailowskoje und am 30.VII.01 in Kutschuk-Dere (Kaukasus, Schwarzmeergebiet) gefunden habe, ferner Exemplare aus Michailowskoje vom 8.VIII.06 und 23.VIII.07 (Gratschewniki), aus Krasnaja Pachra vom 29.VII.06, aus Ostafiewo vom 18.VIII.07 und Senjkino vom 20.VIII.07. Ausserdem fand solche Herr N. Mossolow am 7.VIII.06 am Wege nach Pljeskowo, am 24.VII.06 im Walde „Schebaly“, am 3.VIII.06 in „Gratschewniki“ unter Abies sibirica und am 9.VIII.06 im Walde beim „Dolgi lug“. Aus den vielen Fundortsangaben schliesse ich, dass diese Species in Michailowskoje und Umgegend nicht selten ist.

Nach Aufstellung dieser neuen Art mit ihren 3 Formen müssen natürlich Tuber puberulum Ed. Fischer c. michailowskjanum mihi und T. ferrugineum Vitt. var. balsamioides mihi als besondere Formen gestrichen werden.

* 18. **Balsamia platyspora** Berk.

Litter.: *Berkeley* in Annals and Magazine of nat. hist. Vol. XIII, 1844, p. 358.
Tulasne, Fungi hypogaei, p. 124, Tab. XV, Fig. 2.
Hesse, Hypogaeen Deutschlands, Vol. II, p. 36, Taf. XVI, Fig. 30.
Fischer in Rabenhorsts Krypt.-Flora v. Deutschl. Bd. I. Abt. V, p. 64.

Diese interessante und für Russland neue Art wurde zuerst am 23. und 24.VII.06 im Park von Michailowskoje unter einer Lindenallee und unter Fichten dasselbst längs dem Wege zum Schulgebäude in festem, dunklem Boden, oft fast oberflächlich in vielen Exemplaren gefunden. Nicht lange darauf am 29.VII.06 fanden Herr N. Mossolow und ich dieselbe Species unter ähnlichen Ver-

hältnissen im Park von Krasnaja Pachra. Am 21—25.VIII.07 wurde dieser Pilz wieder daselbst in Michailowskoje und am 22.VIII.07 im Park von Woronowo gesammelt. Bei der Revision meiner Sammlung fand ich später noch zwischen Exemplaren von T. rutilum Hesse, welche im Jahre 1899 in Michailowskoje gesammelt waren, einen kleinen unreifen Balsamiafruchtkörper, der gewiss hierher zu stellen ist.

Die Fruchtkörper dieser Art sind meist rundlich, seltener unregelmässig faltig-grubig; ihre Grösse war c. 1 cm im Durchm., aber auch viel kleiner. Die Oberfläche ist charakteristisch gebaut, nämlich bewarzt und rotbraun. Das vergängliche Mycel, von dem im schwarzen Boden nichts zu sehen war, scheint jedoch an mehreren Stellen der Oberfläche anzusetzen, da die anhaftende Erde an solchen Stellen nur unter Verletzung der Peridie zu entfernen ist. Das Fruchtkörperinnere ist weiss; Kammern sind wenig vorhanden und infolge Verwachsungen undeutlich. Die Paraphysen des die Kammern auskleidenden Hymeniums *überragen nicht selten die Asci*. Ueberragende Asci, wie sie bei B. fragiformis Tul. vorkommen sollen, habe ich nicht gesehen. Die Asci sind zahlreich und mehrreihig zwischen den Paraphysen eingelagert, länglich rund, 65—76 μ lang und ungefähr halb so breit, 8-sporig. Die *Sporenform* ist länglich oval und charakteristisch *abgeplattet*, wie sie auch Hesse l. c. abbildet. Ein grosser Oeltropfen nimmt gewöhnlich die ganze Spore mit Ausnahme ihrer kappenförmig erscheinenden Enden ein. Die Sporengrösse beträgt 20,3—24,6 ≍ 11,6—14,5 μ, im Mittel 22 ≍ 13 μ und liegt hierin ein Unterschied von B. fragiformis Tul., welche nach Tulasne's und Hesse's Angaben kleinere (18 ≍ 11 μ) Sporen besitzen soll. Ed. Fischer giebt allerdings für B. fragiformis, von der er Originale gesehen hat, 20—28 ≍ 12—17 μ und für B. platyspora Berk., welche er nur nach Litteraturangaben beschreibt, ebenfalls 22—28 ≍ 13—16 μ an, sodass kein grosser Unterschied hierin zu sein scheint.

19. **Hydnobolites cerebriformis** Tul.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 120, Tab. IV, Fig. 12—14.)

Am 28.VII.06 fand ich im Park von Senjkino (unweit Michailowskoje) unter Birken und Fichten einen weisslichen warzigen

Fruchtkörper, welcher anscheinend dieser Species angehört. Da aber derselbe von einer Bacteriosis ergriffen war, hatten sich keine Sporen entwickelt.

20. **Choiromyces maeandriformis** Vitt.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 122 u. Tab. IV, Fig. 16—18.)

Mehrere ganz reife, aber auch einige ganz junge Fruchtkörper dieser Species wurden an bekannter Stelle im Park von Michailowskoje am 27.VI.06 gesammelt. Auf die Entwickelungsgeschichte der Fruchtkörper dieser Art komme ich an anderer Stelle noch zurück.

23. **Elaphomyces variegatus** Vitt.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 132 u. Tab. V, Fig. 8, 9; Nachtr. Bem. l. c., p. 338.)

Diese Species mit reifen Sporen fand ich am 29.VII.06 und 20.VIII.07 längs dem Wege aus Michailowskoje nach Pljeskowo unter einer Eiche. Ebendaselbst an einer trocknen Stelle unter Linden fand Herr N. Mossolow am 10.VIII.06 einige ältere Exemplare. Auch wurden von ihm am 18.VIII.06 im Park von Senjkino unreife resp. sterile Fruchtkörper von citronengelber Farbe gesammelt. Am 29.VIII.07 fand diese Species Gräfin K. P. Scheremeteff im Park von Wedenskoje (Kreis Swenigorod) und am 18.VIII.07 sammelte ich eine grosse Menge älterer und jüngerer Exemplare im Park von Ostafiewo (7 Werst von Podolsk), wo sie unter Linden überall vorhanden zu sein scheinen. Ein Exemplar hatte den Parasiten Cordyceps ophioglossoides.

26. **Secotium (Elasmomyces) krjukowense** F. Bucholtz.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 142 u. Tab. III, Fig. 1—10.)

An derselben Stelle wie im Jahre 1901, nämlich im Park der Villa Alexeyeff bei Krjukowo an der Nikolaibahn (Kreis Swenigorod) fand ich am 3.VII.06 diese Species in grösserer Anzahl. Die Fruchtkörper waren nach dem feuchten Wetter direkt aus der angetretenen Erde der Parkwege hervorgekommen. Sie waren zum Teil sehr unregelmässig, mit nur schwer erkennbarem Stielansatz. Der Geruch

war süsslich und angenehm. Nach einigen Tagen hörte das Erscheinen der Fruchtkörper auf.

Diese neue von mir aufgestellte Art ist unterdessen auch in Schweden aufgefunden worden von *C. G. Lloyd* (Mycological notes № 21, p. 245—260, Tab. 70—73, Cincinnati, Ohio). Daher ist ihr Verbreitungsgebiet wahrscheinlich ein recht ausgedehntes. Bemerkenswert ist der Umstand, dass der Pilz nach mehreren Jahren genau wieder an derselben Stelle angetroffen wurde.

*Secotium (Elasmomyces) krjukowense F. Bucholtz.

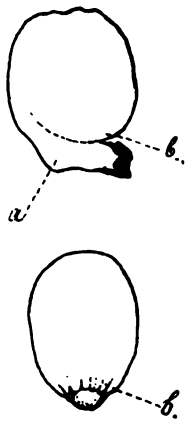
Forma Pleurotopsis mihi.

Diese interessante Form fand ich am 31.VIII.06 in Michailowskoje am Wege nach Pljeskowo. Sie gleicht äusserlich, mit Ausnahme der hellgelblichen, bei Berührung braunfleckig werdenden Peridie, ganz einem typischen Secotium krjukowense. Bei Untersuchung der Fruchtkörperoberfläche sah man deutlich eine basale Ansatzstelle, wo ein kurzes Stielchen in das Fruchtkörperinnere hineinreichte. Ein Längsschnitt durch den Fruchtkörper, der auch das Stielchen traf, zeigte aber wider Erwarten keine centrale Kolumella, sondern das Stielchen setzte sich seitlich in eine sterile Partie fort, welche, allmählich dünner werdend, auf einer Seite des Fruchtkörpers in die Peridie überging. Diese sterile Basis bot das Bild des typischen Kolumellagewebes von S. krjukowense (vergl. l. c. Tab. III, Fig. 2). Die auffallende Uebereinstimmung im Bau der Gleba, des Hymeniums, der Peridie, der Sporen etc., wie sie hier vorlag, liess eine Unterbringung dieser Form unter Octaviania resp. Hydnangium nicht ohne Weiteres zu, trotzdem ich gerade anfangs der sterilen Basis wegen glaubte eine Octaviania vor mir zu haben. Doch wie schon O. Mattirolo in „Gli ipogei di Sardegna e di Sicilia". Malpighia, Anno XIV, Vol. XIV, p. 42. gezeigt hatte, unterscheidet sich Octaviania von Martellia- -und, da Martellia mit Secotium krjukowense im Bau der Trama und des Hymeniums völlig übereinstimmt, auch von letzterem — durch die „trama fibrosa e imenio non pseudoparenchymatico". Dasselbe gilt auch von Hydnangium, nur dass bei dieser Gattung noch Cystiden im Hymenium bemerkt werden und die Tramaadern spaltbar sind. Da sich aus-

serdem Martellia durch das gänzliche Fehlen einer sterilen Partie an der Basis von meinem Pilze unterscheidet (vergl. Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 62), so kann er trotz anderweitig übereinstimmender Merkmale nicht mit Martellia vereint werden. Es bliebe also nur übrig, falls man dem Vorhandensein einer sterilen basalen Partie, sowie dem anatomischen Bau der Tramaadern einen systematischen Wert beilegt, eine neue Gattung zwischen Martellia und Secotium (Elasmomyces) zu schaffen.

Es scheint mir aber dieser Fall auch eine andere Erklärung zu zulassen.

An der sterilen Basis fällt zunächst der Umstand auf, dass der Mycelstrunk (Stielchen) von der Seite in den Fruchtkörper geht und zweitens, dass an der Basis noch ein kleiner Höcker (a—der nebenstehenden Abbildung) sichtbar ist. Dieser Höcker ist von der Peridie bedeckt und zeigt keine Spur von Verletzung. Drehen wir die nebenstehende Zeichnung so um, dass der rudimentäre Stiel, mit den anheftenden Bodenteilchen nach unten, vertikal steht, so haben wir das Bild eines einseitig entwickelten Secotiums vor uns. Vieles weist auf die Richtigkeit einer solchen Deutung hin, z. B. die äusserliche Furchung der Peridie bei—b. Da nun Secotium krjukowense, wie ich l. c. gezeigt habe, gewissermassen als eine hypogäisch ausgebildete Russula zu betrachten ist und demnach den Typus eines unterirdischen Mesopus vorstellt, hätten wir hier einen hypogäischen Vertreter eines Pleurotus vor uns.



Mag man den vorliegenden Fall als eine Anomalie betrachten, welche vielleicht durch eine Beschädigung im frühesten Jugendstadium zu stande gekommen ist, so bleibt immer noch die Tatsache bestehen, dass eine derartige Ausbildung eines Hypogaeenfruchtkörpers aus der Gruppe der Secotiaceen, resp. auch der Hysterangiaceen, Formen mit steriler Basis vortäuschen können. Daraufhin sollten eigentlich noch alle Octaviania-, Hydnangium-, Hymenogasterarten und andere untersucht werden. So z. B. ist die bekannte Abbildung von Tulasne der Octaviania asterosperma (Fungi hypog.

Tab. XI, fig. I), mit dem seitlichen, wie abgebrochen erscheinenden Absatz der sterilen Basis sehr verdächtig.

In Ermangelung reichligeren Untersuchungsmateriales und bei der sonstigen grossen Uebereinstimmung unseres Pilzes mit Secotium krjukowense—auch die charakteristische Sporenfärbung durch Chlorzink-Iodsolution ist vorhanden [1])—lasse ich es einstweilen dahingestellt, ob dieser Fall zur Aufstellung einer neuen Species resp. Gattung berechtigt. Einstweilen gebe ich dieser Form von S. krjukowense die Bezeichnung Pleurotopsis.

Mir will aber scheinen, dass dieser Fall darauf hinweist, wie sehr verschiedenartig die Fruchtkörperbildung der Hypogaeen vor sich gehen, wie plastisch und anpassungsfähig an äussere Bedingungen derselbe sein kann und wie vorsichtig man bei der Aufstellung neuer Gattungen und Species sein muss systematische Merkmale zu fixieren. Des Vorhandensein einer sterilen Basis, sowie die Entwickelung derselben zu einer kurzen, resp. bis zur Peridie durchgehenden Kolumella scheint sogar innerhalb einzelner Gattungen, resp. Arten stark zu variieren. Wir besitzen unter den Hymenogastrineen eine ganze Reihe von Formen, bei denen, in Ermangelung der genauen Kenntnis ihrer Entwickelungsgeschichte, Gattungen und Arten lediglich auf Grund Vorhandenseins, resp. Nichtvorhandenseins steriler Glebapartieen aufgestellt worden sind. Ich erinnere an die Hymenogaster- und Dendrogasterarten [2]), an die Octaviania- und Hydnangiumarten und an die exotische Cauloglossum Gruppe, bei der die Verhältnisse ähnlich zu liegen scheinen [3]).

Was die Entstehungsweise der Kolumella bei diesen Pilzen anbelangt, so liegen, meiner Meinung nach, zwei Möglichkeiten vor. Entweder ist sie ein reducierter Stiel z. B. der Hutpilze, oder aber sie ist die Fortsetzung des basalen Mycelstranges und Verwachsungsstelle zweier oder mehrerer anfänglich selbständiger Fruchtkörperanlagen. Auf diese letztere Möglichkeit weisen einige Stellen

---

[1]) Während die Membran typisch stahlblau bis grünlich wird, färbt sich hier noch der Sporeninhalt rotbraun, was auf Glycogen hindeutet.

[2]) Vergl. weiter unten.

[3]) Vergl. auch Patouillard. Le Ratia, nouveau genre de la série des Cauloglossum. Bulletin de la soc. mycolog. de France, t. XXIII, 1-er fasc., 1907.

bei Hesse (Hypogaeen von Deutschland), bezüglich Octaviania und Hydnangium hin. Auch obige Form von Secotium würde dann eine Erklärung finden, indem man nur anzunehmen braucht, dass sich hier diese Anlagen nur auf einer Seite des Mycelstranges entwickelt haben.

30. **Dendrogaster connectens** F. Bucholtz.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 149 u. Tab. IV, Fig. 15, 16.)

Von dieser neuen Gattung hatte ich bisher ein nur sehr jugendliches Exemplar untersucht. Am 30.VII.06 fand ich am Wege nach Pljeskowo in Michailowskoje unter Laubbäumen und am 25 u. 26. VIII.07 im Park daselbst unter Kiefern und Fichten wieder einige Fruchtkörper, die in ihrer Entwickelung schon weiter vorgeschritten waren. Daher kann ich jetzt noch einiges zu der früheren Beschreibung hinzufügen.

Der Fruchtkörper ist aussen gelblichweiss, die Peridie glatt und aus kleinlumigem, verflochtenem, fast pseudoparenchymatischem Gewebe zusammengesetzt, ähnlich wie bei Hymenogaster verrucosa. Die Gleba ist gelblichweiss bis braungelb. Das sich von der sterilen Basis erhebende und baumartig verzweigende Stranggewebe tritt durch seine wässerig gelbliche Färbung hervor. Von aussen haften der sterilen Basis Erdteile an. Die Verzweigungen dieses Gewebes erreichen bisweilen nicht die Peripherie und ähneln hierin mit Ausnahme ihrer nicht gallertartigen Beschaffenheit Gautieria. Die Sporen sind äusserst unregelmässig und ungleichmässig ausgebildet. Im allgemeinen herrscht die Eiform vor, deren Spitze bald eine lang ausgezogene, bald eine verkrümmte oder knopfförmige Papille bildet. In der Jugend sind die Sporen glatt. Bald aber wird ein unregelmässiger äusserst schwach umgrenzter Saum mit verschiedenen höckerartigen Auswüchsen sichtbar. Hierbei wird die ursprünglich blassgelbe Farbe bräunlich. Die Sporengrösse schwankt sehr, von 20,3—39 μ lang und von 11—20 μ breit (ohne Skulptur). Die Sporenform ist bei den einzelnen Exemplaren immer etwas verschieden; im ganzen erinnert sie an Hym. citrina oder Hym. verrucosa. In Alkohol werden die Fruchtkörper gelblich und scheiden einen schwach gelblichen Saft aus.

31. **Hysterangium clathroides** Vitt.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 152 u. Tab. I, Fig. 16.)

Diese Art fand ich am 27.VI.06 im Walde „Schischkino" in Michailowskoje an der von früher her bekannten Stelle. Der Mycelschopf war sehr deutlich. Ein ähnliches Exemplar wurde am 16.V.06 im Park von Pljeskowo gefunden. Die Peridie ist schaumig-pseudoparenchymatisch; die Sporen sind bis 15 μ lang, am Ende meistens abgestumpft.

* 32. **Hysterangium stoloniferum** Tul.

var. mutabile mihi.

(Nachtr. Bem. l. c., p. 339.)

Am 23.VII.06 fand ich im Park zu Michailowskoje unter Linden längs dem Wege zum Schulgebäude einige weisse Fruchtkörper mit dicker Peridie. Die Gleba war grünlich, die Sporen 21,6 ≍ 6,8 μ gross und am Grunde des Fruchtkörpers befand sich ein weisser verzweigter Mycelstrunk. Ferner fand ich am 29.VII.06 im Park von Krasnaja Pachra ebenfalls unter alten Linden einen Fruchtkörper umgeben von reichlichem weissem Mycel. Seine Oberfläche war schmutzig-weisslich und wurde bei Berührung leicht graurötlich. Ein Mycelstrunk sass am Grunde des Fruchtkörpers. Die Peridie war dick, leicht ablösbar, die Gleba olivengrün; in Alkohol wurde sie rötlich und darauf bräunlich. Auch das Aeussere dieses sowie der erst erwähnten Pilze wurde in Alkohol braun. Die Sporen waren 20—23 μ lang, gegen das Ende etwas verjüngt.

Beide erwähnten Pilze gehören unzweifelhaft zu ein und derselben Art, worauf die Sporen-, Gleba-, Peridienbeschaffenheit, das weit verzweigte Mycel im Boden und die übereinstimmenden Ortsverhältnisse hinweisen. Schon früher (l. c.) habe ich einen, leider getrocknet eingesandten Hysterangium-Fruchtkörper aus Tula zu H. stoloniferum gezogen, obgleich ich schon damals auf die nicht völlige Uebereinstimmung mit der Originaldiagnose bei Tulasne hinwies. Nach Untersuchung der vorliegenden, gut erhaltenen Alkoholpräparate muss ich auch jetzt einige Abweichungen feststellen. Im

Hinblick jedoch auf die Widersprüche, welche sich bei Tulasne (Originaldiagnose), bei Hesse l. c., p. 101 und Mattirolo finden,— es liegt mir von O. Mattirolo bestimmtes und von mir selbst in Italien (Vallombroso) gesammeltes Material vor—glaube ich für's Erste von der Aufstellung einer neuen Art Abstand nehmen zu müssen.

Vergleichen wir die Diagnosen aller bei Tulasne l. c. und bei Hesse l. c. beschriebenen und von ihnen gefundenen Hysterangiumarten, so finden wir bei Tulasne nur zwei Species mit grossen über 20 μ langen Sporen. Es sind dieses H. stoloniferum Tul. und H. fragile Vitt. Nahe heran kommt noch H. Thwaitesii Berk. et Br. mit 19 μ langen Sporen. Nach Hesse haben so lange Sporen nur H. stoloniferum Tul. und H. nephriticum Berk. Nebenbei bemerkt, ist es sehr charakteristisch wie weit die Grössenangaben der Sporen bei Tulasne und Hesse auseinandergehen. So hat nach Hesse H. fragile Vitt. nur 12 μ lange Sporen statt 23 μ bei Tulasne, H. nephriticum Berk. hat dagegen bei Hesse 18—20 μ lange Sporen, während sie bei Tulasne nur 12,8 μ lang sind. Hesse schreibt hierüber: „Nächst den Sporen von H. stoloniferum Tul. dürften sie (H. nephriticum) die längsten der bis jetzt bekannten Hysterangiumsporen sein. Sie sind 18—20 μ lang und 4—5 μ breit". H. Thwaitesii Berk et Br. hat nach Hesse 13—18 μ lange Sporen und bei Tulasne 19,2 μ. Ein mir von Dr. L. Hollós (Ungarn) zugesandter Pilz mit der Bezeichnung Hyst. Thwaitesii Berk. et Br. hat Sporen von 25—32 μ Länge und 7—8 μ Breite. Vorausgesetzt, dass die Bestimmung richtig ist, hätten wir hier die grössten Sporen bei Hysterangium. Die von mir bei Vallombroso (Italien) gefundenen Exemplare von H. stoloniferum stimmen völlig mit der Originalbeschreibung bei Tulasne überein.

Wenn ich nun die in Russland gefundenenen Exemplare vergleiche, so passt auf sie sowohl die Originalbeschreibung und die Abbildungen der Sporen bei Tulasne (l. c. Taf. XI, Fig. VIII) als auch diejenige der von mir in Italien gefundenen Exemplare mit folgenden Ausnahmen: Erstens ist die Glebafärbung grünlich und nur die verzweigte Kolumella hat einen bläulichen Ton; zweitens verändert sich die Farbe der Oberfläche beim Berühren und beim Liegen in Alkohol; sie wird rötlichbraun, während die Pilze aus Italien bis jetzt (seit 1901) noch eine schmutziggelblich weisse Farbe besitzen.

Ich erinnere mich auch nicht ein so reichliches, verzweigtes, weisses Mycel, wie bei den Pilzen aus Russland, im Boden gesehen zu haben.

Vergleichen wir andererseits die Beschreibung von H. stoloniferum bei Hesse, so finden wir dort: erstens die „zuerst *graugrüne*“ [1]) Färbung der Gleba erwähnt. Fernerhin sind die Fruchtkörper „vor der Reife schmutzigweiss und seilchenlos, *zuletzt etwas bräunlich*“ gefärbt. Zweitens haben wir eine stark abweichende Angabe: die Peridie „besteht aus zumeist parallel nebeneinander und in der Richtung der Fruchtkörperoberfläche verlaufenden, dichtgeordneten Fäden“. Meine Untersuchungen der italienischen und russischen Pilze ergaben stets eine aus schaumigem Pseudoparenchym zusammengesetzte, nach innen kleinlumiger werdende Peridie.

Nehmen wir noch die anderen Hysterangiumspecies zum Vergleich hinzu, die nach ihrer Sporengrösse unserm Pilze gleichen oder wenigstens nahe kommen, so finden wir, dass eine Identität mit H. fragile Vitt. nach Tulasne's Beschreibung l. c. wegen „cellulis irregularibus, *vix conspicuis*“ [2]) und „peridio fragillimo“, nach Hesse's Beschreibung l. c. wegen der Sporengrösse von 12 μ ausgeschlossen ist. Ein mir von Dr. Hollós (Ungarn) zugesandtes Exemplar von Hyst. fragile Vitt. hat durchschnittlich 15 μ lange Sporen. H. nephriticum Berk. unterscheidet sich nach Tulasne durch die kleinen 12,8 μ langen Sporen, nach Hesse durch die „starkwollige... Peridie“, die rötliche (Tonfarbe) Gleba und die langen Sporen (18—20 μ lang s. oben). Es bliebe also nur noch H. Thwaitesii Berk. et Br. übrig, welches allerdings nach Tulasne bis auf die kleinen 19,2 μ langen Sporen und vielleicht die „braunoliven Lakunen“ vorzüglich übereinstimmen würden. Dagegen finden wir aber bei Hesse l. c. wieder: „die aus verflochtenen, zumeist in der Richtung der Fruchtkörperoberfläche verlaufenden Hyphen der Peridie“... „die enggekammerte *erst mit der Lupe* [1]) festzustellenden Glebakammern und die kürzeren (13—18 μ) Sporen“. Wie oben bemerkt wurde, besitzt das Exemplar von Hollós (Ungarn) noch viel grössere Sporen.

Aus allem Obigen ziehe ich folgenden Schluss:

Die betreffenden Hysterangiumexemplare aus Russland stehen

---

[1]) Von mir gesperrt.

[2]) Von mir gesperrt.

H. stoloniferum Tul am nächsten, unterscheiden sich aber durch die sich verfärbende Peridie. In zweiter Linie käme erst H. Thwaitesii Berk. et Br. in Betracht. Ich nenne daher meine Form: Hysterangium stoloniferum Tul. var. mutabile mihi.

Die Gattung **Hymenogaster** Vitt.

Wie schon oben erwähnt wurde, bietet die Bestimmung der Hymenogasterarten die grössten Schwierigkeiten. Es wurde schon in „Beiträge z. Morph. u. Syst.", pp. 68, 70, 72 u. 160 mehrfach betont, dass wir bei dieser Gattung kein einziges massgebendes Merkmal anführen können, um, auf dasselbe gestützt, gute Arten zu unterscheiden. Schon damals liessen die üblichen Grössenbestimmungen der Sporen, die Gestaltung der Membranskulptur, der histologische Bau der Peridie u. s. w. meistens im Stich. Eine ganze Reihe von einzelnen Funden blieben kleiner Abweichungen wegen ganz unberücksichtigt. Aber auch die Hoffnung nach Erlangung von reichlichem und frischen Material diese Lücken ausfüllen zu können, hat sich nicht ganz erfüllt, wie unten gezeigt werden soll. Im Besitz von c. 75 sorgfältig in Alkohol konservierten Proben, welche in Michailowskoje und Umgegend im Sommer 1906 u. 1907 gesammelt und schon vorläufig im frischen Zustande kurz charakterisiert waren, konnte ich mich überzeugen, dass es fast kein einziges Object gab, welches mit einem andern völlig übereinstimmte. Sporengrösse und Sporenform schwankten bedeutend, sogar in ein und demselben Exemplar. Das Vorhandensein einer grösseren sterilen Basis scheint oft von zufälligen Bedingungen abzuhängen. Bei sorgfältigen Schnitten durch frische Fruchtkörper, an denen die anhaftende Erde ein Fingerzeichen giebt, wird man wohl stets eine mehr oder weniger entwickelte Basis finden. Der Bau der Peridie—abgesehen davon, dass es überhaupt schwer ist durch die oft sehr weiche Schicht einen Querschnitt zu legen—wechselt bedeutend je nach dem, ob man es mit einem jungen oder alten Exemplar zu tun hat oder ob die getroffene Stelle der Peridie älter oder jünger in der Entwickelung des ganzen Fruchtkörpers ist. Es sei hierbei noch bemerkt, dass an schon eingetrockneten Exemplaren der natürliche Bau der Peridie nicht mehr untersucht werden kann. So-

gar nach vorsichtigem Aufquellenlassen ist das ursprüngliche Bild nicht wieder herzustellen.

Was die Morphologie und Terminologie der Membranskulptur der Sporen anbelangt, so unterscheide ich: erstens *die Grundform der Spore* (in der Tabelle nur Sporenform genannt), welche man nach Weglassung jeglicher Membranverdickungen oder Membrananhängsel erhält. Dieselbe ist gewöhnlich bei durchscheinenden oder bei jungen Sporen deutlich zu sehen. Am häufigsten ist sie mehr oder weniger schlank spindelförmig oder eiförmig, wobei die Spitze der Eiform nach oben (Sporen oben zugespitzt) oder noch unten zur Basis (Sporen oben abgestumpft) gerichtet sein kann. Die Umrisslinien dieser Grundform sind meist deutlich zu sehen. Es ist das Endospor, welches an der Sporenspitze häufig nicht weiter verdeckt ist, sondern als mehr oder weniger lange Papille hervorragt. Auf diese Membran werden nun in noch unbekannter Weise Neubildungen aufgelagert, welche die charakteristische äussere Membran, das Exospor bilden. Ohne schon weiteren von mir an fixiertem Material unternommenen Untersuchungen über diesen Gegenstand vorzugreifen, scheint es mir, als ob die Spore anfänglich von einem häutigen Sack umgeben ist. Zuweilen umschliesst ein solcher beide Sporen einer Basidie (vergl. auch Tulasne, Fungi hypogaei Tab. X, Fig. I und meine l. c. Tabelle IV, Fig. 25 bei Hymenogaster tenera). Dieser häutige Sack sitzt der Sporenspitze fest an, daher dieselbe auch bei reifen Sporen als *glatte* Papille hervortritt. Mit dem Reifen der Spore legt sich diese Haut entweder der Spore ganz fest an oder aber sie bildet die sogenannten *Hautfalten*, welche, im optischen Längsschnitt gesehen, regelmässig als Saum oder unregelmässig (höckerartig bei H. verrucosa) die Spore umgeben. Ausser dieser gröberen Sculptur bemerkt man aber noch eine feinere, welche anscheinend unter dieser Hautschicht entsteht und zwar als Runzeln, feine faltenförmige meist kurze aber gewundene Erhebungen oder als mehr oder weniger grobe oder feine Körnelung. Diese Runzeln oder Körnchen (Wärzchen) scheinen durch das Exospor meist hindurch, sodass die ganze Spore wie gekörnelt (bewarzt) oder runzelig erscheint. Häufig giebt gerade diese Musterung der Membran das für den betreffenden Typus charakteristische Bild.

Um vorläufig Ordnung zu schaffen und eine provisorische Systematisierung der gefundenen Formen zu ermöglichen, habe ich es versucht

auf Grund zahlreicher mikroskopischer Schnittpraeparate, Messungen und Zeichnungen mehrere Typen aufzustellen, welche nur zum Teil mit den bisher bekannten und beschriebenen Hymenogasterarten zusammenfallen. Innerhalb dieser Typen tritt eine gewisse Aehnlichkeit der betreffenden Form meist deutlich hervor. Die Unterschiede zwischen diesen Typen werden am besten durch die Bestimmungstabelle und die beigegebenen, resp. citierten Zeichnungen der Sporen verdeutlicht.

Bestimmungstabelle der russischen Hymenogasterarten [1]).

A. Sporen körnig-warzig mit oder ohne Hautfalten.

a. Sporen ohne Hautfalten.

α. Sporen eiförmig, nach oben zugespitzt, grobwarzig (Typus I).

H. tenera Berk. forma α mihi (p. 474).

β. Sporen ellipsoidisch (breit spindelförmig) oder nach unten ein wenig verschmälert (Typus II).

H. tenera Berk. forma β mihi (p. 474).

γ. Sporen gestreckt spindelförmig, grösser als bei Typ. II (Typus III).

H. arenaria Tul. forma α mihi (p. 476).

b. Sporen mit mehr oder weniger deutlichen Hautfalten.

α. Sporen spindelförmig (Typus IV).

H. arenaria Tul. forma β mihi (p. 476).

β. Sporen ellipsoidisch (breit spindelförmig) oder nach einem Ende ein wenig verschmälert (Typus V).

H. Rehsteineri mihi, forma α mihi (p. 478).

B. Sporen runzelig-höckerig mit oder ohne Hautfalten, bisweilen fast glatt.

a. Sporen mit mehr oder weniger deutlichen Hautfalten oder Höckern.

---

[1]) Bei der Bestimmung ist immer die Allgemeinheit im Auge zu behalten. Vereinzelte Sporen können sehr abweichend gestaltet sein.

α. Sporen ellipsoidisch (breit spindelförmig) oder nach einem Ende ein wenig verschmälert (Typus VI).

H. Rehsteineri mihi, forma β mihi (p. 478).

β. Sporen spindelförmig, grösser als bei Typ. VI; Hautfalten meist unregelmässig, höckerig (Typus VII).

H. verrucosa mihi, forme α mihi (p. 481).

γ. Sporen eiförmig, nach oben zugespitz, mit höckerartigen Hautfalten (Typus VIII).

H. verrucosa mihi, forma β mihi (p. 481).

b. Sporen ohne deutliche Hautfalten.

α. Sporen spindelförmig mit Papille, stark runzelig-faltig (Typus IX).

H. vulgaris Tul. forma α mihi (p. 482).

β. Sporen (Grundform) nach oben meist abgestumpft, stark runzelig (Typus X).

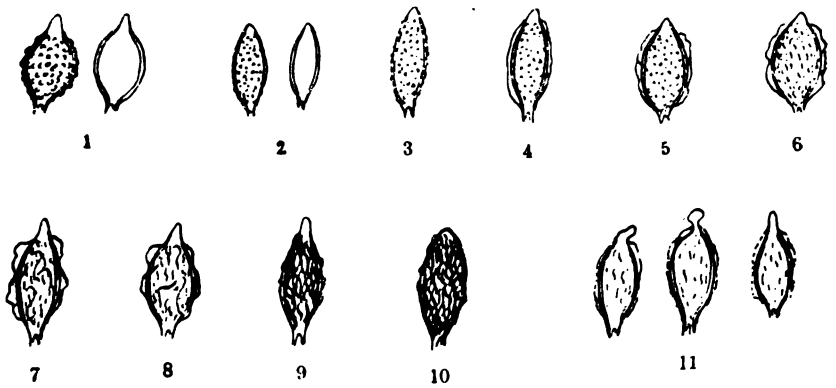
H. vulgaris Tul. forma β mihi (p. 482).

c. Membran in der Jugend fast glatt, später mit undeutlichen Falten oder Höckern; Papille knopfförmig, verkrümmt oder verlängert (Typus XI).

H. citrina Vitt. (p. 484).

C. Sporenmembran immer glatt.

[Bisher in Russland nicht vertreten.]



Sporentypen von Hymenogaster.

33. **Hymenogaster tenera** Berk.

Typus I u. II.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 155 u. Tab. IV, Fig. 22—25; Nachtr. Bem. l. c., p. 339.)

Unter allen andern Hymenogasterarten zeichnet sich diese Art durch den Mangel an den einzelnen Sporen anhaftenden Hautfalten und durch die ausgeprägte, warzenartige Körnelung der Membran aus. Schon Tulasne, Fungi hypogaei, p. 72, Tab. I, Fig. IV, Tab. X, Fig. I, giebt eine sehr gute Abbildung dieses Pilzes und seiner Sporen. Dieselbe ist von mir in Beitr. z. Morph. u. Syst. l. c. wiedergegeben worden. Das Aeussere des kleinen 0,5—2 cm im Durchm. grossen Pilzes ist weisslich, später durchscheinend; eine sterile Basis ist meist vorhanden, jedoch auch zuweilen bei der Form β nicht zu entdecken. Andrerseits fand ich bei einem von Herrn N. Mossolow gefundenen Exemplar die Basis ausnehmend weit in die Gleba hineinragend, so dass ich zuerst glaubte Dendrogaster vor mir zu haben. Jedoch reichte diese sterile Geflechtspartie nirgends bis zur oberen Peridie. Die Gleba ist meist gelblich-chokoladenfarbig mit lila Farbentönung, welche wohl von der Färbung der Tramaadern herrührt. Die Glebakammern selbst sind je nach dem Alter grösser oder kleiner. Was den Bau der Peridie anbetrifft, so habe ich bei den verschiedenen Formen keine grosse Uebereinstimmung gefunden. Während bei der Form β mit Ausnahme des von Herrn N. Mossolow am 24.VII.06 in Schebaly und der von mir in Woronowo gefundenen Exemplare, die Peridie aus dicht verflochtenen, meist langgestreckten Hyphen besteht, ist sie bei der Form α und bei obigen Ausnahmen mehr pseudoparenchymatisch. Bei dem von mir am 25.VII.06 gefundenen Exemplar sind die äussersten Hyphen sehr weitlumig, doch etwas in centrifugaler Richtung zusammengedrückt, sodass man zuerst das Bild von langgestreckten, verflochtenen Hyphen erhält. Dort wo die Peridie nach innen an die Tramaadern stösst, finden sich ebenfalls Schichten langgestreckter Hyphen. Die Sporen dieser Art sind immer deutlich warzenartig gekörnelt, wobei aber die Körnelung bei der Form α eine gröbere ist. Typische Hautfalten sind bei Form α nicht zu sehen, bei Form β höchst selten, wohl aber bisweilen häutige Säcke,

welche einzelne, oder auch beide Sporen einer Basidie umschliessen. Schon Tulasne erwähnt und zeichnet diese sackartigen Hüllen. Ob sie später verschwinden oder sich der Spore ganz glatt anlegen, bleibt noch unaufgeklärt. Die Papille ist bei der Form α recht stark ausgesprochen. Im Innern der Sporen sind 1-mehrere Oeltropfen sichtbar. Hin und wieder sitzen die Sporen auf verlängerten Basidien. Ihre Zahl ist je 2 auf der Basidie. Nur bei dem Exemplar der Form β, welches am 7.VIII.06 von Herrn N. Mossolow gefunden wurde, habe ich 4-sporige Basidien bemerkt. Rechnet man die Papille hinzu, so ist die Grösse der Sporen bei der Form α im Mittel 18 ≍ 12 μ; bei der Form β ist die Länge etwas geringer: 11,6—17,4 μ, im Mittel 16,1 μ; die Sporen sind etwas schlanker und die Papille fehlt oder ist schwach entwickelt.

Die beiden Formen α und β unterschieden wir daher am besten folgendermassen:

1. Sporen umgekehrt eiförmig, nach oben in eine deutliche Papille auslaufend; Membran deutlich warzig (Typus I).

   Forma α mihi.

2. Sporen ellipsoidisch oder nach unten etwas verschmälert, schlanker; Papille weniger ausgeprägt; Membran gekörnelt-rauh; Sporen kleiner (Typus II). *Forma β mihi.*

Die Form α (Typus I) ist bisher gefunden worden: Von mir im Laufe des Juli 1899 und am 25. u. 28.VIII.07 an mehreren Stellen in Michailowskoje, im J. 1903 am 1. Sept. in Fatesch bei Kursk unter Ahorn und Haselstrauch durch Herrn A. Bondarzew, am 25.VII.06 von mir wieder in Michailowskoje im Laubwalde links hinter dem Kiefernbestande am Wege nach Sekirino und am 26.VII.06 ebenfalls von mir im Park von Senjkino, einige Werst von Michailowskoje gelegen.

Die Form β (Typus II) ist bekannt: aus Michailowskoje ebenfalls im J. 1899 von mir an denselben Stellen gefunden, aus Krjukowo an der Nikolaibahn (36 Werst von Moskau) im J. 1906, aus dem Park von Michailowskoje am 2 u. 8.VIII.06 von Herrn N. Mossolow unter Eichen gefunden und am 7.VIII.06 längs dem Wege nach Pljeskowo im Laubwalde.

Zur Form β gehören wahrscheinlich noch die Exemplare, welche Herr N. Mossolow im Walde „Schebaly“ bei Michailowskoje am 24.VII.06 und später gesammelt hat. An ihnen sind die etwas längeren Sporen (17,4—20,3 u. im Mittel 18,5 μ) und die pseudoparenchymatische Peridie bemerkenswert. Hierher stelle ich auch einige am 25.VII.06 im Michailowskischen Park am Wege unter Linden gefundene Exemplare, welche ebenso grosse, recht schlanke Sporen und eine etwas haarige Peridie besitzen und das Exemplar vom 22.VIII.07 aus Woronowo mit grobwarzigen, aber meist ellipsoidischen Sporen.

34. **Hymenogaster arenaria** Tul.

Typus III u. IV.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 156 u. Tab. III, Fig. 17; Nachtr. Bem. l. c., p. 340.)

Die genaue Bestimmung dieser Art macht schon bedeutend grössere Schwierigkeiten als bei H. tenera, denn einerseits sind schwer die Grenzen zu ziehen zwischen ihr und den grosssporigen H. tenera β, andererseits ist der Uebergang zu H. Rehsteineri β ein ganz allmählicher. Schon *Tulasne* weist in seinen Fungi hypogaei p. 73 darauf hin, indem er sagt: „H. arenarius, H. teneri maxime proximus“. Auch Mattirolo schreibt in seinen „Gli Ipogei di Sardegna e di Sicilia, Malpighia, Ann. XIV, Vol. XIV, Sep. p. 48: „l'H. arenarius, fa parte di un gruppo assai difficile di ipogei i quali aspettano ancora una difinitiva sistemazione“.

Als charakteristisch für diese Art möchte ich die langgestreckt ellipsoidischen, spindelförmigen und dabei gekörnelten Sporen hinstellen. Die bedeutende Länge derselben, sowie das Auftreten von deutlichen, wenn auch noch schmalen Hautfalten bei der Form β lassen diese Art von H. tenera β unterscheiden. Andererseits giebt es unter H. Rehsteineri α Exemplare, bei denen die Sporenform schlanker als beim Typus sind und daher bei schwacher Entwickelung der Hautfalten der H. arenaria sehr ähneln.

Das Aeussere ist immer schmutzigweiss bis gelblichgrau. Die Gleba ist gelblich bis rehbraun. Eine sterile Basis kommt vereinzelt vor. Bei einigen Exemplaren vom Wege nach Pljeskowo am

29.VII.06 ist sie dermassen stark entwickelt und ragt so weit in die Gleba hinein, dass sie eine Kolumella wie bei Dendrogaster vortäuscht. Die Peridie ist verschieden, bald pseudoparenchymatisch, bald aus verflochtenen, gestreckten Hyphen bestehend. Glashyphen, resp. hyphes vasculares (l. c., p. 33 u. 157) finden sich bisweilen. Aus praktischen Gründen habe ich auch diese Art in zwei Formen (Typus III u. IV) gespalten, da offenbar das Vorhandensein von mehr oder weniger entwickelten Hautfalten an der Spore nur ein gradueller Unterschied zu sein scheint und Zwischenformen vorkommen. Bei allen Formen sind Oeltropfen in den Sporen häufig. Die Länge der Sporen ist bei der Forma α etwas grösser:—16—24,6 μ, im Mittel 21,2 μ, während sie bei der Form β 17,4 — 23,3 μ, im Mittel 18,4 μ beträgt. Ausnahme hiervon machen die Exemplare, welche Herr N. Mossolow im Michailowskischen Park unter Linden am 25.VII.06 und ich am 28.VIII.07 im Walde Schebaly gefunden haben. Hier sind die Sporen kürzer (18,5 μ im Mittel), haben aber fast keine Hautfalten. Ausserdem habe ich hier einzelne verlängerte Basidien bemerkt. Ein Exemplar, von Herrn N. Mossolow am 5.VIII.06 am Wege nach Pljeskowo unter Linden und Eichen gefunden, zeichnet sich durch seine fein körnige, fast stachelige Membranskulptur aus, gehört aber sonst zur Form β. Ein in meiner Präparatensammlung mit H. lycoperdineus Vitt. bezeichnetes und von O. Mattirolo bei Florenz gefundenes Exemplar unterscheidet sich unter dem Mikroskope durch nichts von H. arenaria β, während eine von O. Mattirolo H. arenarius Tul. bezeichnete Form aus Florenz wenigstens im mikroskopischen Präparat durch seine stumpfovalen, nur rauhen Sporen stark abweicht.

1. Sporen ohne Hautfalten . . . . . *forma α mihi.*
2. Sporen mit Hautfalten . . . . . *forma β mihi.*

Die Form α habe ich von folgenden Fundorten: selbst gesammelt am 27.VI.06 in Michailowskoje (beidendig stark zugespitzte Sporen) und am 26.VII.06 im Park von Senjkino (einige Werst von Michailowskoje) unter Linden und von N. Mossolow am 8.VIII.06 im Park zu Michailowskoje unter Fichten, bedeckt von faulenden Blättern.

Anhangsweise stelle ich hierher die obenerwähnte von N. Mos-

solow und mir gefundene, kleinsporige Form (18,5 μ), die Exemplare vom Pljeskowschen Wege am 29.VII.06 mit der kolumellaähnlichen sterilen Basis, die Pilze vom 22.VIII.07 aus Woronowo und aus Michailowskoje vom 26.VIII.07. Letztere beide haben etwas breitere Sporen.

Die Form β habe ich selbst gesammelt in Kemmern (Gouv. Livland) am 9.VIII.1900; ferner gehören hierher unzweifelhaft die von M. Domaradsky im Gouv. Kowno im August und Anfang September 1904 im gemischten Walde gesammelten Exemplare. Dieselben hatte ich früher l. c., p. 340 anhangsweise zu H. Rehsteineri gestellt. Weitere Exemplare wurden von mir am 31.VII.06 in Michailowskoje am Wege nach Pljeskowo (mit Hyphes vasculares), am 29.VII.06 im Park von Krasnaja Pachra (10 Werst von Michailowskoje), am 18.VIII.07 im Park von Ostafiewo und am 25.VIII.07 im Walde von Michailowskoje gesammelt. Herr N. Mossolow fand gleiche auch im Park zu Michailowskoje am 8.VIII.06.

Anhangsweise gehört hierher die obenerwähnte von N. Mossolow gefundene fast stacheligsporige Form, die von mir am 18.VIII.07 in Ostafiewo und am 24.VIII.07 von N. Mossolow in Michailowskoje gesammelten Pilze. Letztere beide haben breitere Sporen und bilden somit einen Uebergang zu Hym. Rehsteineri α.

35. **Hymenogaster Rehsteineri** mihi (Hedwigia XL, 1901, p. 318).

Typus V u. VI.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 156 u. Tab. III, Fig. 18; Nachtr. Bem. l. c., p. 340.)

Wie l. c. näher erörtert wurde, entstand diese neue Art durch den Umstand, dass ich sowohl bei den hierher gehörigen russischen Hymenogasterarten als auch bei den von Rehsteiner untersuchten Originalexemplare keine oder doch nur sehr selten verlängerte Basidien fand, welche doch für H. decora charakteristisch sein sollten. Eine ganze Reihe von Hymenogasterexemplaren, welche in der letzten Zeit von mir und anderen gefunden worden sind, gehören hierher. Diese Art scheint demnach sehr verbreitet zu sein. Während bei dieser Species die Hautfalten an den Sporen ein beständiges Merkmal bilden und daher einerseits nur mit H. arenaria β, an-

dererseits mit H. verrucosa verwechselt werden können, macht die Unterscheidung der feineren Membranskulptur grössere Schwierigkeiten. Häufig wird es sogar unmöglich definitiv festzustellen, ob die Sporenmembran gekörnelt oder fein gerunzelt ist. Auch hier unterscheide ich zwei Typen:

1. Sporen gekörnelt	Grösse 17—23 ≍ 11,5 μ	*forma α mihi.*
2. Sporen gerunzelt		*forma β mihi.*

Die *Form α* (Typus V) nähert sich, was die Körnelung der Sporenmembran anbelangt, der H. arenaria β. Die Hautfalten sind aber viel stärker entwickelt. Die Sporenform ist ellipsoidisch (breit spindelförmig), doch durch die Hautfalten, welche Papille und den Stielrest frei lassen, erscheinen sie im Vergleich zu den spindelförmigen Sporen von H. arenaria β zugespitzt, sowohl oben als unten. Bei einigen der unten anhangsweise aufgezählten Formen ist die Spore zum Stiel hin sogar etwas verjüngt. Die Sporenlänge beträgt 17—23 μ. Im allgemeinen hat der Fruchtkörper eine gelbliche Färbung und ist auch die Gleba je nach der Reife gelblich bis bräunlich. Nicht selten zieht sich durch die Tramaadern eine gelblich gefärbte Hyphenschicht. Der Alkohol, in dem die Fruchtkörper liegen, nimmt auch gelbliche Färbung an. Die Peridie, welche verhältnismässig dünn ist, besteht aus dicht verflochtenen Hyphen (kein Pseudoparenchym), was auch mit den früher von mir beschriebenen und teilweise auch mit den von Rehsteiner untersuchten Exemplaren übereinstimmt. Eine Ausnahme hierin bilden die von mir am 30.VII.06 am Wege nach Pljeskowo gefundenen Fruchtkörper und die zweifelhaften aus Krasnaja Pachra vom 29.VII.06. Eine sterile Basis habe ich meist nicht finden können, trotzdem eine solche bisweilen durch eine kleine grubige Vertiefung von aussen schwach angedeutet zu sein scheint. Andererseits fand ich in Sekirino bei Michailowskoje unter Abies sibirica Exemplare mit stark entwickelter Basis und sogar einen Fruchtkörper, bei dem sich von dieser Basis in die Gleba hinein ein unverzweigtes steriles Stranggewebe erstreckt, sodass Aehnlichkeit mit Dendrogaster vorlag. Die Tramadern sind verhältnismässig dick und die Kammern klein. Verlängerte Basidien sah ich nur bei einigen Exemplaren vom Wege nach Pljeskowo (s. oben) und bei den von der Gräfin

K. P. Scheremeteff unter Kiefern im Michailowskischen Park gefundenen.

Hierher stelle ich: die von Rehsteiner unter dem Namen H. decora beschriebene ausländlische Form, ferner einen Teil der von mir im Sommer 1899 in Michailowskoje gefundenen Fruchtkörper, welche ich schon damals provisorisch als „gelbe" bezeichnete, ferner die von mir am 30.VII.06 und 20. u. 28.VIII.07 am Pljeskowschen Wege, am 25.VII.06 unter angepflanzten Kiefern am Wege nach Senjkino und die am 28.VII.06 im Park von Senjkino gefundenen Exemplare. Desgleichen wurden solche von der Gräfin K. P. Scheremeteff, Herrn N. Mossolow und mir am 3.VIII.06 u. 23.VIII.07 unter gepflanzten Tannen (Abies sibirica) unter Moos in Sekirino bei Michailowskoje gesammelt.

Anhangsweise stelle ich hierher die mit schwachen Hautfalten versehenen, zu H. arenaria β neigenden Exemplare vom Pljeskowschen Wege (29.VII.06), und aus den Kiefernanpflanzungen an der Jasowka (24.VIII.07), ferner einige von Herrn N. Mossolow im August 1906 im Walde „Gratschewniki" unter Tannen (Ab. sibirica) gefundenen, durch kleine ovalere Sporen ausgezeichneten Exemplare, ferner die sehr stumpfe Sporen und schwache Hautfalten nebst einigen langen Basidien besitzenden Exemplare, welche Gräfin K. P. Scheremeteff unter Kiefern im Michailowskischen Park (s. oben) 1906 gefunden, die obenerwähnten mit steriler Basis und Stranggewebe versehenen Exemplare aus den Tannenanpflanzungen bei Sekirino, einige Fruchtkörper aus Woronowo vom 22.VIII.07 und die Exemplare aus Krasnaja Pachra (29.VIII.06), die sich durch eine pseudoparenchymatische Peridie, durch sehr unregelmässige Sporen und durch das Vorkommen von sporeneinschliessenden Säcken (vergl. H. tenera) auszeichnen. Letztere könnten auch als Uebergang zu H. arenaria β angesehen werden.

Die Form β (Typus VI) kann wegen der runzeligen Beschaffenheit der Sporenmembran schon zu den weiter folgenden Hymenogasterarten gezählt werden. Bei einigen Exemplaren ist es schwer zu unterscheiden, ob sie gekörnelte oder runzelige Sporenmembran besitzen. Dieser Umstand und das Vorhandensein von Hautfalten lassen aber eine vollständige Abtrennung dieser Form von H. Rehsteineri α nicht zu. Im allgemeinen erscheinen die Sporen gegenüber H. vulgaris α und H. verrucosa α stumpfer. Der Fruchtkörper ist

aussen weiss, seltener gelblich; die Gleba erscheint grau bis lilagraubraun. Eine sterile Basis ist meist vorhanden. Die Peridie besteht zu äusserst meist aus pseudoparenchymatischem Hyphengeflecht, darauf folgen nach innen nicht selten langgestreckte Hyphen. Jugendliche Exemplare scheinen noch keine pseudoparenchymatische Peridie zu besitzen, dafür sind sie bisweilen behaart. In der Peridie lagern sich viele krystallartige Gebilde ab. Verlängerte Basidien habe ich häufig bemerkt und kommen 4-sporige Basidien vor.

Diese Form ist bisher gefunden worden: im Laubwalde am Wege von Michailowskoje nach Pljeskowo am 29, 30 u. 31.VII.06 u. 28.VIII.07 in vielen Exemplaren, am 28.VII.06 im Park von Senjkino (einige Werst von Michailowskoje) und am 22.VIII.07 im Park von Woronowo und Michailowskoje. Herr N. Mossolow fand diese Form auch im Park von Michailowskoje unter Linden am 25.VII.06. Hieran schliessen sich auch die von A. Bondarzew im Tolmatschew'schen Walde und Lukino bei Kursk gefundenen Fruchtkörper, die Exemplare aus Woronowo vom 22.VIII.07 mit schwachen Hautfalten und vom Pljeskowschen Wege in Michailowskoje vom 20.VIII.07, welche letztere stumpfere Sporen mit ausgefressen unregelmässigen Hautfalten besitzen.

36. **Hymenogaster verrucosa** mihi (Hedwigia XL, 1901, p. 319).

Typus VII u. VIII.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 158 u. Tab. III, Fig. 19.)

Diese neue von mir aufgestellte Art zeichnet sich besonders durch die höckerartige Membranskulptur aus. Die Hautflügel sind stark, doch unregelmässig entwickelt und bilden statt eines Saumes (im optischen Längschnitt) höckerartige Vorsprünge. Besonders auffallend erscheinen diese Vorsprünge auf dem optischen Querschnitt der Spore (l. c. Fig. 19). Der Fruchtkörper ähnelt äusserlich sehr der vorigen Art, besonders der Form β, mit der er die weissliche bis gelbliche Peridie und ihren pseudoparenchymatischen Bau gemein hat. Verlängerte Basidien habe ich nicht bemerkt. Sterile Geflechtspartieen, welche gleich venae externae in die Gleba dringen, scheinen vereinzelt vorzukommen. Die Form und Grösse der Spo-

ren wechseln und kann man daher folgende zwei Formen unterscheiden:

1. Sporen (Grundform) spindelförmig, schlank; ihre Länge ist 21,7—34,8 μ, im Mittel 25,9 μ. *Forma α mihi.*
2. Sporen eiförmig, nach oben verschmälert, ihre Länge ist 20,3—26,1 μ, im Mittel 23,1 μ. *Forma β mihi.*

Die Form α (Typus VII) ist gefunden worden: von mir in Michailowskoje im Walde in der Nähe des „Dolgi lug" unter Eichen und andern Laubbäumen am 22.VII.06, daselbst von Herrn N. Mossolow auch unter Linden und Espen am 9.VIII.06, ferner von der Gräfin K. P. Scheremeteff im Park zu Michailowskoje unter Linden am 24.VIII.06 und endlich am 28.VII.06 von mir im Park von Senjkino (einige Werst von Michailowskoje). Letzteres Exemplar zeichnet sich durch seine gelbliche Farbe aus.

Die Form β (Typus VIII) besitze ich: aus Michailowskoje, woselbst ich sie im Juli und August 1899 unter Linden zum ersten Mal fand. Darauf wurde sie nochmals von Herrn N. Mossolow am 5.VIII.06 im Walde am Wege nach Pljeskowo unter Eichen und Linden gesammelt und am 29.VII.06 in Park von Krasnaja Pachra (10 Werst von Michailowskoje). Am 18.VIII.07 fand ich sie im Park von Ostafiewo.

37. **Hymenogaster vulgaris** Tul.

Typus IX u. X.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 158 u. Tab. IV, Fig. 26.)

Diese Art hatte ich l. c. auf Grund der Angaben von Karsten unter die Zahl der russischen Hypogaeen aufgenommen, ohne dieselbe gesehen zu haben. Ich glaube nun ziemlich sicher H. vulgaris auch in Michailowskoje gefunden zu haben. Die Sporen dieses Pilzes zeichnen sich durch ihre dunkele Färbung, Grösse und stark faltig-gerunzelte Membran aus, während richtige Hautfalten zu fehlen scheinen. Der l. c. gegebenen Beschreibung kann ich noch Folgendes hinzufügen: Der Fruchtkörper ist gelblichweiss, die Gleba lilabraun bei der Form α, bis gelblich oder dunkelbraun bei der Form β. Die Peridie besteht aus schaumigem Pseudoparenchym

und ist zuweilen (in der Jugend?) mit Haaren besetzt. Eine sterile Basis ist in den meisten Fällen entwickelt. Das Hymenium und die Trama bestehen aus grosslumigen Hyphen, die Basidien sind zuweilen stark verlängert. Charakteristisch sind die Sporen und ihre Membranskulptur. Die Sporenform schwankt zwischen spindelförmig (Typ. IX) und abgestumpft ellipsoidisch (Typ. X) und zwar bei Exemplaren, welche an demselben Tage und an demselben Orte gefunden wurden und die sonst völlige Uebereinstimmung zeigen (Krasnaja Pachra 29.VII.06). Hieraus erhellt, dass man der Sporenform keine zu grosse Bedeutung beimessen kann. Hautfalten sind nicht oder sehr selten sichtbar, dafür ist die ganze Sporenoberfläche mit Ausnahme der weisslichen Papille und des Stielrestes stark faltig-runzelig. Bei starker Vergrösserung (Immersion) sieht man unregelmässige Falten (Runzeln), welche im allgemeinen in der Längsrichtung verlaufen, jedoch sich auch gegenseitig kreuzen, sodass in einigen Fällen ein unregelmässiges Netzwerk vorhanden zu sein scheint, zwischen denen Vertiefungen liegen. Da diese Runzeln dunkel gefärbt sind und dicht beieinanderliegen, erscheinen die Sporen dunkelbraun und sind sie im Alter fast undurchsichtig. Bei jüngeren Exemplaren sieht man ein bis mehrere Oeltropfen. Zum Vergleich lag mir ein mikroskopisches Präparat vor von einer Hymenogasterspecies aus Italien (Florenz V, 1900), welche O. Mattirolo als H. vulgaris Tul. bestimmt hatte. Man kann folgendermassen zwei Typen unterscheiden:

1. Sporen spindelförmig mit Papille; Länge 23,2—29 μ, im Mittel 26,5 μ. *Forma α mihi.*
2. Sporen nach oben meist abgestumpft; Länge 21,7—24,6 μ, im Mittel 23,7 μ. *Forma β mihi.*

Die *Form α* (Typus IX): Gefunden am 29.VII.06 im Park von Krasnaja Pachra (10 Werst von Michailowskoje) unter Fichten, am 25.VIII.07 unter Kiefern am Wege nach Sekirino, am 26.VIII.07 im Park zu Michailowskoje, am 28.VIII.07 am Wege nach Pljeskowo und von der Gräfin K. P. Scheremeteff am 9.VIII.06 in Michailowskoje unter Linden in der Nähe des „Dolgi lug". Hierher gehört auch das obenerwähnte Exemplar aus Italien und wahrscheinlich auch der von Karsten erwähnte Pilz aus Finnland.

Anhangsweise stelle ich hierher eine Form mit fast schwarzer

Gleba und mit stark ausgeprägter, aber häufig verkrümmten Papillen und mit unregelmässigen Höckern ausser den starken Falten an den Sporen, wodurch diese Form sehr reifen Exemplaren von Hym. verrucosa oder Hym. citrina ähnlich wird. Dieselbe wurde gefunden von der Gräfin K. P. Scheremeteff am 25.VIII.07 im Park zu Michailowskoje unter Kiefern und Fichten.

Die *Form* β (Typus X): Ebenfalls am 29.VII.06 im Park von Krasnaja Pachra, am 20.VIII.07 am Wege nach Pljeskowo, am 23.VII.07 im Walde Gratschewniki unter Abies sibirica. Einige Pilze waren sehr alt und zum Teil zerfressen; die Sporen waren fast schwarz und undurchsichtig. Ferner stelle ich hierher ein Exemplar, welches ich im Sommer 1906 in Krjukowo an der Nikolaibahn (36 Werst von Moskau) gefunden habe, ein sehr junges Exemplar aus dem Park zu Michailowskoje am 26.VIII.07 und ein durch das Vorkommen von einigen Hautfalten an den Sporen abweichendes Exemplar von ebenda am 25.VIII.07.

38. **Hymenogaster citrina** Vitt. [Monogr. Tuber., p. 21, Tab. III, Fig. 2, Tab. V, Fig. 9].

Typus XI.

(Nachtr. Bem. l. c., p. 340.)

Wie schon l. c. erwähnt wird, zeichnet sich diese Art durch die charakteristischen Sporen aus und unterscheidet sich dadurch von allen bisher genannten Arten. Die Sporen haben Papillen; diese sind aber sehr unregelmässig, häufig knopfförmig oder seitlich verbogen. Die Membran junger Sporen ist glatt; an älteren sieht man eine schwach runzelige Membranskulptur und leicht verschwindende Hautfalten. Wenn bei Tulasne (Fungi hypog., p. 70) für H. calosporus nicht ausdrücklich gesagt wäre, dass die Sporen glatt seien, würde die gegebene Abbildung dieser Art (l. c. Tab. X, Fig. IV_5), noch mehr mit meinem Pilz übereinstimmen. Aber auch H. citrina hat ähnliche Sporen (l. c. Tab. X, Fig. III_3) in der Jugend und so stelle ich meinen Pilz einstweilen zu letzterer Art.

Gefunden wurde der Pilz von M. Domaradsky im August 1904 im gemischten Walde in der Umgegend Kowno's und von mir am

21.VIII.07 im Park von Michailowskoje unter Kiefern. Letzterer Pilz ist aussen weisslich mit netzartigen flaumigen bräunlichen Streifen. Die in der Jugend weissliche Gleba wird später hellgraubraun. Eine Basis fehlt oder ist nur durch eine basale Grube schwach angedeutet. Die Sporen sind anfangs fast glatt mit längerer Papille als beim Exemplar aus Kowno. In Alkohol wird der Fruchtkörper hell citronengelb.

*39. **Octaviania mutabilis** Roumeguère.

[Revue mycolog. Ann. VII, 1885, p. 23.]

Dieser Pilz wurde in mehreren Exemplaren zuerst am 26.VII.06 im Park zu Michailowskoje unter abgefallten Lindenblättern fast oberflächlich von Herrn N. Mossolow gefunden; darauf wurde er noch eingesammelt am 29.VII.06 am Wege nach Pljeskowo unter einer Eiche und am demselben Tage von Herrn N. Mossolow und mir im Park von Krasnaja Pachra unter Linden.

Der Fruchtkörper ist rundlich, knollenförmig und besitzt an der Basis einen deutlichen weissen Mycelstrunk. Die Oberfläche ist anfangs weiss und rauh, wird aber leicht gelblich und beim Berühren sowie im Alkohol karminrot. Allmählich geht auch diese Farbe verloren—Alkohol extrahiert dieselbe ähnlich wie bei Rhizopogon aestivus—und der ganze Pilz wird zuletzt schwarz. Der Mycelstrunk setzt sich nach innen in eine sterile Basis fort, welche sich zuweilen, wie z. B. beim Exemplare aus Michailowskoje (Park), hysterangiumähnlich in die Gleba hinein verzweigt und mit ihren immer dünner werdenden weisslichen Aesten bis an die Peridie reicht. Die *Gleba* ist von weicherer Konsistenz als die sterile Basis, zuerst ist sie weiss, wird aber beim Anschneiden zuerst rötlich, dann beginnt das Grauwerden von der Peripherie her. Die reife Gleba ist rehbraun bis dunkelbraun und von fester Beschaffenheit. Die Tramaadern, die Ausläufer der sterilen Basis, sowie auch die Peridie werden gelatinös. Die *Peridie* ist dünn und besteht aus langgestrecktem Hyphengeflecht. Sie trennt sich nicht von der Gleba. Die anfänglich hohlen Glebakammern scheinen zuerst offen, d. h. noch aussen mündend zu sein, da man neben rundlichen Kammern besonders an der Grenze der sterilen Partie wulstförmige Tramadern und längliche Kammern sieht,

ähnlich wie sie Rehsteiner bei jungen Hymenogaster-Fruchtkörpern angiebt. Die Tramadern sind nach dem Hymenogastertypus (auch wie bei Elasmomyces und Martellia) gebaut. Die gerundet endigenden Basidien kleiden die Kammerwände palissadenartig aus und füllen durch die reichlich gebildeten Sporen bei älteren Fruchtkörpern die Kammerhöhlungen. Hohle (ausgefressene?) Fruchtkörper waren nicht selten. Die *Sporen* sind kugelig, warzig-stachelig, zuerst farblos, dann bräunlich und haben kleine Stielreste. Sie färben sich nicht stahlblau durch Chlorzink-Iodlösung wie bei Martellia und Elasmomyces. Die Sporengrösse ist 13—21,7 μ, im Mittel 16,5 μ mit der Membranskulptur; ohne dieselbe—11,6—18,8 μ, im Mittel 14,5 μ.

Bei der Bestimmung dieser für Russland neuen Art ergaben sich zunächst einige Schwierigkeiten, da mir die französiche Originaldiagnose fehlte. Dank der Liebenswürdigkeit von Herrn *Prof. R. Maire* in Nancy erhielt ich dieselbe nebst einem kleinen Pröbchen des Originals selbst. So konnte ich mich überzeugen, dass hier derselbe Pilz vorliegt. Die einzige Abweichung wäre die Angabe Roumeguères, l. c. „péridium séparable" und der kakaoähnliche Geruch, welchen ich nicht bemerken konnte.

Nahe stehen dieser Art O. asterosperma Vitt. und O. mutabilis Hesse. Der Vergleich mit einem Originalexemplare der ersten Art aus Rabenhorsts, Fungi europaei № 136 zeigte aber, dass hier die Sporengrösse einschliesslich *Sculptur* 11,6—14,5 μ, im Mittel 13 μ ist. Die Sporen sind also bei unserm Pilz bedeutend grösser. Tulasne erwähnt auch mit keinem Wort das Rotwerden dieses Pilzes, auch ist die Abbildung der Membranskulptur etwas abweichend. Näher kommt schon Hesse's Beschreibung seiner O. mutabilis Hesse (1891). Die Sporen sind aber *kleiner* (12—13 μ) angegeben und sollen *braunschwarz* sein. Auch den von Hesse erwähnten senfartigen Geruch konnte ich nicht bemerken. Demnach scheint Hesse's Pilz ein anderer zu sein und muss überdies seinen Namen ändern, da Roumeguère die Priorität (1885) gebührt.

41. **Rhizopogon aestivus** Fries.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 162 u. Tab. 1, Fig. 17; Nachtr. Bem. l. c., p. 341.)

Diese bisher nur in Nordwestrussland, bei Kiew und in Sibirien gefundene Art ist nunmehr auch für Mittelrussland festgestellt. Am

25. u. 27.VII.06 und am 24.VIII.07 fand ich in Michailowskoje unter Kiefernanpflanzungen längs dem Flüsschen Jasowka recht viele nesterweise liegende Fruchtkörper. Anfangs sind sie sehr zart, leicht von Gewicht, schneeweiss, darauf besonders bei Berührung rosa angehaucht bis fleckig. Diese Flecken werden bald gelblich. Gewöhnlich ist an der Basis ein verzweigter Mycelstrang vorhanden. Die Peridie ist dünn, anfangs weiss, später gelb, zuletzt hellolivenbraun. Alkohol extrahiert einen schönen weinroten Farbstoff. Nur junge Exemplare bleiben in demselben weiss bis rosa, die älteren werden bald bräunlich. Die Sporen sind 6—8 μ lang, anfangs farblos, später olivengrünlich mit 1 oder 2 Oeltropfen an den Enden. Reife Fruchtkörper lassen sich schwer in dünne Schnitte zerlegen.

Ueber einen neuen Fundort dieses Pilzes in Polen vergl. Rh. luteolus Fr.

42. **Rhizopogon luteolus** Fr.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 165 u. Tab. I, Fig. 18; Nachtr. Bem. l. c., p. 341.)

Dieser Pilz ist neuerdings (1905) von S. Chelchowski für Polen angegeben worden. Er wurde mit Sclerodermaarten als „Trüffel" zum Kauf angeboten. Gesammelt wurden sie bei Węglowa Wólka in Polen (vergl. Wszechświat. Warszawa, 1905, № 33. Str. 522—526). Derselbe Autor will auch früher in Polen Rh. aestivus Fr. gesammelt haben.

44. **Melanogaster variegata** Tul.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 170 u. Tab. I, Fig. 19—21.)

Dieser Art wurde wiederum im Park zu Michailowskoje und am Wege nach Pljeskowo am 31.VII.06 in mehreren Exemplaren gefunden. Eins derselben zeichnete sich durch seine flaumigweisse Oberfläche aus. Die genauere Untersuchung ergab, dass ein Parasit (Schimmelpilz) den ganzen Fruchtkörper umhüllt und senkrecht in das Innere breite Hyphen von 3—5 μ Dicke gesandt hatte. Dieselben durchzogen sowohl Tramaadern als auch die Glebakammern. Alkohol entzieht dieser Species einen gelbraunen Farbstoff. Am 18.VIII.07 fand ich diese Species auch im Park von Ostafiewo 7 Werst von Podolsk.

48. **Pompholix sapida** Corda.

(Beitr. z. Morph. u. Syst., p. 175 u. Tab. V, Fig. 15, 16; Nachtr. Bem. l. c., p. 342.)

Dieser Pilz ist mittlerweile von N. Speschnew in der Umgegend von Sotschi im Kaukasus im J. 1905 gefunden worden (vergl. Moniteur du jardin botanique de Tiflis. Livr. 1, 1905, p. 20).

C. Biologische Bemerkungen.

Die Gruppe der Fungi hypogaei ist in vielen Beziehungen sowohl für den Systematiker als auch für den Morphologen und Biologen ein noch ungelöstes Rätsel. In die verwandschaftlichen Verhältnisse dieser Pilze ist durch die Arbeiten von Ed. Fischer, Rehsteiner, Rabinowitsch und anderer, sowie durch meine eigenen früheren Untersuchungen einiges Licht gekommen. Immer aber stellt sich die Schwierigkeit frisches und reichliches Material zu bekommen derartigen Untersuchungen hindernd in den Weg. Während für einige dieser Pilze die nächstverwandten Formen unter verschiedenen Pilzgruppen gefunden sind, bleibt für andere der nähere Anschluss noch ganz dunkel, wie z. B. für die Terfeziaceen, Hymenogastraceen etc. In systematischer Hinsicht fällt bei vielen Hypogaeen die Unbeständigkeit der Merkmale auf. In keiner andern Pilzgruppe schwankt die Form, Grösse und Zahl der Sporen so bedeutend, wie gerade bei den Hypogaeen und diese sonst so massgebenden Merkmale können nur mit gewissen Einschränkungen benutzt werden. Aehnliches betrifft auch, wie ich gezeigt habe, den feineren histologischen Aufbau des Fruchtkörpers. Ueberall scheinen Uebergänge, überall starke Abweichungen vom Typus vorhanden zu sein. Unwillkürlich stellt man sich die Frage, wie lassen sich diese von den meisten anderen Pilzen abweichenden Erscheinungen erklären und stehen sie nicht in irgendwelchem kausalen Zusammenhang mit der eigentümlichen Lebensweise dieser Pilze. Doch um auf diese

Fragen zu antworten bedarf es erst genauer Untersuchung der biologischen Verhältnisse dieser Pilze. Ohne heute auf die morphologischen und systematischen Fragen hierüber näher einzugehen, will ich in Kürze versuchen die biologischen Verhältnnisse, zu schildern, unter denen ich diese Pilze bei meinen mehrjährigen Excursionen und Beobachtungen gefunden habe.

Im allgemeinen wissen wir von der Biologie der Hypogaeen wenig. Für einige Arten (Elaphomyces, Hymenogaster, Tuber) ist ihre Beteiligung an der Mycorrhizabildung unserer Waldbäume festgestellt, für andere ist sie mehr oder weniger wahrscheinlich. Die Hypogaeen sind also angewiesen auf das Leben unter Bedingungen, wie sie die Wurzeln unserer Bäume verlangen. Sie werden daher im allgemeinen stets dort anzutreffen sein, wo der Baumwuchs ergiebig ist und sich lange Zeit Wald- oder Parkanlagen befunden haben. So habe ich bisher die meisten Fruchtkörper dort gefunden, wo seit alters her Wald bestanden hat. Michailowskoje und seine Umgebung ist hierfür ein typisches Beispiel. Diese Besitzung hat einen Boden, der an und für sich einen kräftigen Baumwuchs begünstigt. Die alten Waldbestände sind zum Teil noch unberührt. Unter dem Schutze uralter Eichen und Linden und auf den vermoderten Resten früherer Generationen haben sich für solche Pilze wie die Hypogaeen die günstigsten Lebensbedingungen herausgebildet. Der Boden bleibt auch in der heissesten Sommerzeit kühl und enthält genügend Feuchtigkeit und Luft. Die dichten Laubkronen halten das Licht zurück und die lichtbedürftigen Waldkräuter und Gräser verschwinden mit wenigen Ausnahmen. Ganz dieselben Verhältnnisse herrschen in den alten von mir besuchten Parks. Diese sind mehr als hundertjährige Gartenanlagen nach französischem Muster. Dichte regelmässig angeordnete Lindenalleen beschatten und kühlen den Boden. Derselbe ist kahl oder nur bedeckt von spärlichem Pflanzenwuchs und trocknet nie gänzlich aus. Derartige typische Parks finden sich in Michailowskoje, Senjkino, Woronowo, Ostafiewo und Krasnaja Pachra. Doch auch in den umliegenden alten Wäldern längs den Ufern der Pachra sind die Bedingungen dieselben. Auch hier, wie z. B. in Gratschewniki, Schebaly, Schischkino, die als erweiterte Parkpartieen angesehen werden können und deshalb von der regelrechten Forstwirtschaft verschont geblieben sind, fanden sich viele Hypogaeen. Ferner sind aus ästhetischen Rücksichten mehr oder

weniger breite Waldstreifen längs den Hauptfahrstrassen in ihrem ursprünglichem Zustande belassen worden, so die Partie am Wege nach Pljeskowo mit ihren alten Eichen und Linden, wo ich im Juli 1906 eine neue und sehr reiche Fundstätte für verschiedene Hypogaeen entdeckte. Mit dem Abholzen solcher ursprünglicher Waldpartien scheint aber nicht gleich die Fähigkeit der Hypogaeenproduktion verschwunden zu sein. Werden sofort neue Baumanpflanzungen angelegt und dabei der Boden gelockert, so bilden sich hier noch vor völligem Erwachsen der Bäume günstige Fundstätten, wie z. B. unter den Kiefernanpflanzungen im Park von Michailowskoje, am Wege nach Sekirino und längs dem Flüsschen Jasowka und unter Tannen (Abies sibirica) im Walde Gratschewniki.

Die Durchsicht der Fundortsangaben von Hypogaeen in der bestehenden Litteratur führt uns ganz zu demselben Schluss. Tulasne bezeichnet immer als Fundstellen die alten Parks und Wälder in und um Paris. Hesse hat seine vielen Funde in der wald- und parkreichen Gegend von Kassel und Marburg gemacht. In Italien sind als hypogaeenreich die alten botanischen Gärten zu Florenz und Rom bekannt. Ferner ist ein klassisches Hypogaeenrevier das Waldgebiet bei Vallombroso in Toskana, wo ich selbst, unter ähnlichen Verhältnissen wie eben geschildert, eine ganze Reihe zum Teil neuer Hypogaeen gesammelt habe. Unsere schönen Urwälder im Kaukasus müssen eine grosse Anzahl Hypogaeen in ihren kühlen Schatten beherbergen. Leider habe ich bisjetzt nicht Gelegenheit gehabt die Gebirgswälder des Kaukasus zu bereisen. Bei meinem kurzen Aufenthalt in Kutschuk-Dere unweit Sotschi am Schwarzen Meere habe ich trotz der ungünstigen Zeit (Juli) das Vorhandensein einiger Hypogeen festgestellt.

Ausser dem eben Geschilderten, das sich auf die betreffenden typischen Hypogaeengegenden bezog, muss ich noch Einiges über *die günstige Bodenbeschaffenheit* für Hypogaeen hinzufügen. Dieselbe kann verschiedenartig sein, hat aber insofern immer etwas Gemeinschaftliches, als Gleichmässigkeit der Bodenfeuchtigkeit und Luftgehalt vorhanden sein muss. So finden wir eine ganze Reihe von Hypogaeen in lockerem humosem Boden, aber natürlich nur dort, wo derselbe niemals ganz austrocknet, d. i. unter schattigen Laubbäumen, am Grunde und zwischen den Wurzelästen alter Baumstümpfe, an sanften Nordabhängen der Waldschluchten, wo sich

mit der Zeit viel Humus gesammelt hat. Hier sind Melanogaster ambigua, viele Tuberarten, Elaphomyces, Octaviana zu finden. An Stellen, wo abgefallenes, verrottetes Laub oder Nadeln zusammengeweht sind, wird man Tuberarten (Pseudogenea), Hydnocystis, Rhizopogon aestivus u. and. Hypogaeen sammeln können. Andere Arten ziehen einen festeren, angetretenen und, obgleich ärmer an organischen Bestandteilen, dennoch dank seiner Kapillarität feuchten Boden vor; natürlich vorausgesetzt, dass er beschattet ist und nicht völlig austrocknet. Solche Stellen, wie sie häufig im alten Parks auf den Wegen oder unter schattigen Alleen auf kahl gewordenen Rasenplätzen angetroffen werden, sind die Fundstätten von Hydnotria, Balsamia platyspora, Melanogaster variegata, Secotium krjukowense, vielen Tuber- und Hymenogasterarten. Choiromyces maeandriformis verträgt schon mehr Licht und kommt unter sonst ähnlichen Verhältnissen, an offeneren Stellen vor. Im Wald fand ich unter entsprechenden Bedingungen Geneaarten u. and. Dicht unter dem Moosteppich des schattigen Fichtenwaldes tritt Hysterangium clathroides auf. Hier schützt die grüne Moosdecke den Boden vor völliger Trockenheit. Eine Ausnahme scheint Rhizopogon luteolus zu bilden, welchen ich meist auf kaum bewachsenen Haideplätzen der lichten Kiefernwälder am Ostseestrande fast epigaeisch angetroffen habe. Ferner scheint Terfezia vom Baumwuchs nicht abhängig zu sein.

Hat man sich die *Fundstelle* genau gemerkt, so ist man gewöhnlich sicher jährlich an dieser Stelle dieselben Hypogaeenarten zu finden. So ist z. B. der Standort für Choiromyces maeandriformis im Park zu Michailowskoje ein ganz beständiger. Dasselbe gilt für Tuber michailowskjanum unter jungen Linden am „Dolgi lug“, für Tuber puberulum a. albidum in Kemmern hart an der Grenze zwischen Liv- und Kurland, für Secotium krjukowense im Park bei Krjukowo und für and.

Die Entwickelungszeit der Hypogaeen hängt sehr von dem Verlauf des Sommers ab. Ist derselbe ein rascherer als gewöhnlich, so erscheinen, natürlich unter sonstigen günstigen Feuchtichkeitsbedingungen, die Hypogaeen entsprechend früher, wie z. B. im Sommer 1906. Die Reihenfolge, in der sie auftreten, ist eine bestimmte und wird scheinbar immer eingehalten. Choiromyces erscheint schon im Juni, Hysterangium clathroides und Secotium krjukowense

Ende Juni oder im Juli, die meisten Arten aber im August und September. Wielange in den Herbst hinein diese Pilze noch vorkommen, habe ich nicht näher untersucht, doch habe ich noch am 17. September reife Tuber puberulum a. albidum in Kemmern (Livland) gesammelt.

Auf diese skizzenhafte Bemerkungen über die Biologie der Hypogaeen, soweit ich letztere beobachtet und im Freien untersucht habe, muss ich mich fürs Erste beschränken. Sie reichen noch nicht aus um weitere Schlüsse bezüglich der Entwickelungsgeschichte u. s. w. zu ziehen, können aber vielleicht andere veranlassen diesen eigentümlichen Pilzen in der Natur nachzuforschen. Aus diesem Grunde sind auch oben die einzelnen Fundorte und Daten genauer als sonst angegeben. Sie bezwecken aber als Stützpunkte zu dienen für weitere Untersuchungen.

Luftelectrische Beobachtungen im Ssamarkand'schen Gebiet während der totalen Sonnenfinsternis am 14 Januar 1907.

Von

Prof. *Dr. Ernst Leyst.*

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Sonnenstrahlung auf die Vorgänge und die Vertheilung der atmosphärischen Electricität einen Einfluss hat, wofür ja der tägliche und der jährliche Gang aller electrischen Erscheinungen Beweis genug ist. Ebenso unzweifelhaft scheint es, dass eine Unterbrechung der Sonnenstrahlung, selbst in der kurzen Zeit einer totalen Sonnenfinsternis, sich in ähnlicher Weise kund thut, wie die längere Unterbrechung während der Nacht. Der Unterschied liegt hauptsächlich in der Dauer der Abwesenheit oder der Verminderung der directen Sonnenstrahlung. und in dem kleinen Gebiet der Zone der Sichtbarkeit einer totalen Finsternis. Ausserdem würden bei einer Sonnenfinsternis noch die Umstände hinzukommen, dass der Mondschatten auf der Erdoberfläche enge und schärfer abgegrenzte Gebiete bedeckt, als beim Sonnen-Auf- und Untergang es der Fall ist und zudem folgen aufeinander verhältnissmässig schnell der Eintritt und der Austritt des Schattenkegels.

Bei einer Sonnenfinsternis haben wir aber auch Gelegenheit solche Aenderungen der Sonnenstrahlung zu beobachten, welche vom Wechsel von Tag und Nacht sehr abweichen und dadurch wichtig sind. Beim Sonnen-Auf- und Untergang legen die Sonnenstrahlen lange Wege durch die Atmosphäre zurück und da können wir die

beobachteten Erscheinungen nicht auf verminderte Strahlung zurückführen, sondern müssen mit vermehrter Absorption der Sonnenstrahlen in unserer Atmosphäre rechnen. Bei einer Sonnenfinsternis am Orte, wo sie um die Mittagszeit stattfindet, haben wir den Effect der verminderten Strahlung bei nahezu gleicher Absorption der Atmosphäre vor uns, was sehr wesentlich ist, besonders wenn es darauf ankommt, durch Beobachtungen bei solchen Gelegenheiten die Folgerungen aus dieser oder jener Theorie zu prüfen.

Es wäre freilich nicht unmöglich, dass die kurze Dauer und das enge Gebiet einer Sonnenfinsternis bei unseren Beobachtungs-Methoden den Einfluss einer Sonnenfinsternis auf die luftelectrischen Erscheinungen nicht erkennen lassen. Das muss aber zunächst einwandfrei constatiert werden und gerade das ist noch nicht geschehen und man sollte keine Finsternis ungenützt vorübergehen lassen, wenn auch die bisherigen Bemühungen nicht viel Erfolg gehabt haben. Ausserdem findet man dabei Gelegenheit eingehende Untersuchungen der luftelectrischen Erscheinungen in solchen abgelegenen Gegenden auszuführen, von wo sonst schwerlich Beobachtungen zu erlangen wären. Von diesem Gesichtspunct haben luftelectrische Beobachtungen auch dann noch wissenschaftlichen Werth, wenn ungünstige Witterung die Beobachtung der Sonnenfinsternis unmöglich macht. Das gesammelte Beobachtungs-Material findet dann eine andere Verwendung und geht nicht verloren.

Electrische Beobachtungen während einer totalen Sonnenfinsternis wurden schon vor 20 Jahren gemacht. Die Herren Prof. Dr. J. Elster und Prof. Dr. H. Geitel [1]) beobachteten in Wolfenbüttel zur Zeit der totalen Sonnenfinsternis am 19. August 1887 die Potential-Differenz und fanden für die Zeit der Totalität eine Abnahme des Potential-Gefälles und nachher eine plötzliche und bedeutende Zunahme desselben. Zehn Jahre später fand Herr R. Ludwig [2]) zur Zeit der totalen Sonnenfinsternis am 22. Januar 1898 in Südindien eine bedeutende Abnahme des Potentialgefälles. Dasselbe konnte auch Prof. J. Elster [3]) am 28. Mai 1900 in Algier constatieren.

[1]) Meteorologische Zeitschrift, Jahrgang 1888, Januarheft, Seite 27 und 28.

[2]) Wiener Anzeiger, 1899, Seite 66 und Referat in den „Beiblättern zu den Annalen der Physik", 1899, Seite 857.

[3]) Physikalische Zeitschrift, II Jahrgang, 1900, Seite 66 und 67.

Beobachtungen der electrischen Zerstreuung während einer Sonnenfinsternis sind zum ersten Mal von Prof. J. Elster [1]) am 28. Mai 1900 zu Algier gemacht worden und diese ergaben unmittelbar nach der Totalität einen Betrag, der das Doppelte des vorhergehenden Werthes erreichte. Ganz das Gegentheil fand S. Figée [2]) während der totalen Sonnenfinsternis am 18. Mai 1901 an der Westküste von Sumatra.

Das waren nur vereinzelte Stichproben und weder Theorie, noch Praxis der luftelectrischen Untersuchungen waren damals soweit entwickelt, um Beobachtungen im grossen Maasstab zu rechtfertigen. Seit dem Jahre 1900 hat sich das Gebiet, dank den glänzenden Arbeiten deutscher Forscher, wie die Herren Professoren Elster, Geitel, Ebert, Gerdien, Gockel, Mache u. A. so sehr erweitert, dass die totale Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 von vielen Expeditionen zu äusserst eingehenden Untersuchungen benutzt wurde. Leider waren die Witterungs-Verhältnisse ungünstig, doch einzelne Beobachtungsreihen ergaben Resultate, an denen künftige Forscher nicht ohne Weiteres vorübergehen können.

Am eingehendsten wurden die luftelectrischen Untersuchungen während der Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 in Palma auf der Insel Mallorca der Balearengruppe studiert, wo die Herren Prof. J. Elster und Prof. H. Geitel im Auftrage des „Department Terrestrial Magnetism“ der „Carnegie Institution of Washington“ einerseits, und Prof. Dr. H. Ebert aus München andererseits zu Beobachtungen sich niedergelassen hatten. Dass hier die besten Methoden der Untersuchung zur Anwendung kamen und die Beobachtungen die äusserste Vollständigkeit aufwiesen, dafür sprechen die Namen der Beobachter. Den Resultaten der Beobachtungen der Herren Elster und Geitel [3]) entnehmen wir Folgendes: Die Registri-

---

[1]) Physikalische Zeitschrift, V Jahrgang, 1904, Seite 804.

[2]) Appendix III zum 24 Band der Veröffentlichungen des magnetischen und meteorologischen Observatoriums zu Batavia. 1903. Referat in der Physikalischen Zeitschrift, V Jahrgang, 1904, Seite 803.

[3]) J. Elster, H. Geitel und F. Harms. Luftelectrische und photometrische Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 in Palma (Mallorca). Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, March 1906, Vol XI, № 1, Seite 1—44. Ferner: J. Elster und H. Geitel. Luftelectrische Beobachtungen auf Mallorca am 30. August 1905. Physikalische Zeitschrift, VII. Jahrgang 1906, № 14, Seite 496—498.

rungen des Potentialgefälles zeigen kurz nach der Totalität zunächst eine Abnahme und dann eine Zunahme, die etwa 2 Stunden nach der Totalität beginnt. Doch glauben die Beobachter, in Folge der ungünstigen Wetterlage am Tage der Finsternis, dies nicht in positiver Form aussprechen zu können. Die Beobachtungen der Electricitätszerstreuung ergaben für den Tag der Finsternis kleinere Werthe, als im Mittel der vorhergehenden Tage gefunden wurde, was darauf hinweist, dass der Tag electrisch nicht normal war. Kurz vor der Totalität fiel der Werth des Zerstreuungs-Coefficienten a_+ von 1,0 auf 0,6 und stieg alsdann während der Totalität und hernach bis auf 1.0. Der Coefficient a_- zeigte einen umgekehrten Gang. Die jähen Aenderungen des Coefficienten a_+ glauben die Verfasser mit den Aenderungen der relativen Feuchtigkeit während der Finsternis in Zusammenhang bringen zu können. In der Physikalischen Zeitschrift (VII. Jahrg, Seite 498) sagen sie ausdrücklich: „Wir glauben, dass in beiden Fällen“ (a_+ und a_-) „der Zusammenhang des Verlaufs der Zerstreuung mit der Verfinsterung der Sonne nicht bezweifelt werden kann“.

Die Bestimmung der Anzahl der Jonen beschränkte sich in der Zeit der Finsternis nur auf die positiven und ergab 585 in einem Cubiccentimeter Luft vor der Finsternis; zur Zeit des ersten Contactes betrug diese Anzahl 947 und sie fiel wieder kurz nach der Totalität auf 735. Nach Ende der Finsternis betrug sie 888. Obgleich auch hier die Ungunst der Witterung mitspielt, so glauben doch die Verfasser, mit Rücksicht auf die Resultate der Beobachtungen des Herrn Prof. Ebert, dass der Einfluss des Mondschattens etwas wahrscheinlicher wird.

Als „sicher festgestellt ist“, nach Ansicht der Beobachter, „die Verminderung der Jonenbeweglichkeit innerhalb des Mondschattens, durch die in mehr oder minder deutlicher Weise auch das Potentialgefälle der atmosphärischen Electricität, die Electricitätszerstreuung und die durch die Aspirationsmethode im Ccm. Luft nachweisbare Zahl von Jonen beeinflusst wurde“. (Terr. Magn., Seite 43.)

Herr Prof. Dr. H. Ebert [1]) beobachtete in demselben Garten in

[1]) Luftelectrische Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsternis 1905 August 30. in Palma de Mallorca. Terrestrial Magnetism and Atmospheric

Palma, wo die Herren Elster und Geitel arbeiteten. Die Beobachtungen erstreckten sich auf die Anzahl der Jonen, die Unipolarität und die Electricitätsmenge, welche in einem Cubicmeter Luft in Form von Ladungen aller derjenigen Jonen enthalten ist, deren Wanderungsgeschwindigkeit grösser als 0,2 cm/sec. pro Volt/cm. Gefälle ist. Der Schwerpunct der Arbeiten von Herrn Ebert liegt in den Resultaten der Beobachtungen auf der Hin- und Rückreise, während die Beobachtungen zur Zeit der Finsternis zu sehr unter der Ungunst der Witterung zu leiden hatten. Nur dem während der Totalität selbst erhaltenen Werte der Electricitätsmenge $E_- = 0{,}33$ (gegen 0,41 vorher und 0,43 nachher) glaubt Herr Ebert eine gewisse Bedeutung beimessen zu können. Den Rückgang in der Zahl der negativen Jonen während oder nach der Totalität führen die Herren Ebert, Elster und Geitel zurück auf eine partielle Kondensation des Wasserdampfes im Mondschatten in Folge der Temperatur-Erniedrigung.

Herr A. Gockel [1]) beobachtete in Vinaroz an der spanischen Mittelmeerküste, während seine Frau in Freiburg (Schweiz) ebenfalls Messungen des Potentialgefälles ausführte. Das Potentialgefälle war an beiden Orten sehr wechselnd und scheint mehr durch wechselnde Bewölkung, als durch die Sonnenfinsternis beeinflusst worden zu sein. Dasselbe kann man wohl auch von den Messungen mit dem Ebertschen Apparat und den Zerstreuungscoefficienten in Vinaroz sagen. Hervorzuheben wäre aber, dass der Zerstreuungscoefficient a_+ beständig fiel und nach der Totalität wieder anstieg.

In Tortosa-Roquetas in Spanien hatte Herr Le Cadet [2]) das Potentialgefälle und die Jonengeschwindigkeit und Leitfähigkeit bei

---

Electricity. Vol X, № 4, Dec. 1905, Seite 165—176. Jonenzählung bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905. Physikalische Zeitschrift, VI. Jahrg. 1905, Seite 641—647.

[1]) Luftelectrische Beobachtungen während der Sonnenfinsternis vom 30. August 1905. Physikalische Zeitschrift, VI Jahrg, 1905, Seite 617—618. Siehe auch Terr., Magn. XI, № 2, Seite 108.

[2]) Mesure de l'intensité du champ électrique terrestre et de l'ionisation de l'atmosphère pendant l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905.—Compt. rend. 141, № 22, Seite 925—928. Ferner: „Terrestrial Magnetism", XI, № 3, Sept 1906, Seite 157—158. Ebenso Meteorologische Zeitschrift, 1906, Heft 7, Seite 308—310.

ungünstiger Witterung beobachtet. Zwölf Minuten nach der Totalität wurde ein Minimum der Potential-Differenz notirt, doch dieses Minimum fiel zusammen mit der Auflösung einer Wolke im Zenith und es ist schwer zu entscheiden, wie weit die Sonnenfinsternis dabei betheiligt war. Die Leitfähigkeit der Luft und die spezifische Jonengeschwindigkeit nahmen bis zur Zeit der Totalität ab um hernach wieder zu zunehmen. Gleichzeitig mit der Verminderung der Beweglichkeit, die auch von Le Cadet mit dem Anwachsen der relativen Feuchtigkeit in Zusammenhang gebracht wird, zeigt sich eine Abnahme der Zahl der negativen Jonen.

Im Auftrage des „Bureau des Longitudes" hat Herr Charles Nordmann [1]) in Philippeville in Algerien Beobachtungen angestellt. Hier war das Wetter „normal und schön". Während der Zeit der Finsternis war das Potential grösser, als das normale und etwa 45 Minuten nach der Totalität trat das Maximum der Abweichungen vom Normalwerth ein. Der Zeit nach trat das Maximum des Potentialgefälles gleichzeitig mit dem Minimum des Gehaltes an positiven Jonen ein. Herr Nordmann kommt zu dem folgenden Schluss: „Die Unterbrechung der Sonnenstrahlung durch den Mond wirkte auf das Feld in demselben Sinne, wie die Verdeckung der Sonne durch den Horizont".

Es muss noch erwähnt werden, dass alle oben betrachteten Beobachtungsreihen in der Nähe von grossem Meer, zumeist bei Seewinden, gewonnen wurden und daher aller Wahrscheinlichkeit nach zum grossen Theil vom directen Einflusse der Bodenluftemanation frei blieben. Bei Beobachtungen im Innern der Continente hat man in dieser Beziehung mit andern Verhältnissen zu rechnen.

Wir wollen noch der Vollständigkeit wegen anführen, dass ausser den obenerwähnten Beobachtungsreihen zur Zeit der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905 noch andere Expeditionen sich mit luftelectrischen Untersuchungen beschäftigten, aber die Verarbeitung derselben steht zur Zeit noch aus. Dem „Bericht über die Tätigkeit des Königl. Preussischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1905" von Wilhelm von Bezold, Seite 34—36, ist zu entnehmen,

---

[1]) Meteorologische Zeitschrift, 1906, Heft 7, Seite 306—308 und 322 u. 323. Aus Compt. rend. 141 und 142. Siehe auch Terrestrial Magnetism, XI, № 2, Seite 109 und 110.

dass in Burgos in Spanien eine Expedition des Potsdamer Observatoriums arbeitete und auch luftelectrische Beobachtungen machte. Die Witterung war nicht sehr günstig.

Das Weather Bureau in Washington hatte eine Expedition nach Daroca in Spanien abgesandt, über deren Resultate mir nichts bekannt geworden ist.

Herr E. Oddone berichtete im Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, Vol. XI, № 4, 1906, December, Seite 167—180, über die Beobachtungen des Potentialgefälles der Expedition nach Tripoli unter Leitung des Professors L. Palazzo und führt noch die Beobachtungen anderer, zum Theil ausserhalb der Zone der Totalität liegenden Stationen an. Man kann nicht sagen, dass durch diese Reihen Klarheit in die Frage gekommen ist. Theils war die Ungunst der Witterung, theils Mängel der Beobachtungen, wie im Observatorium auf Ebro bei Tortosa, wo der Collector nicht genügend isoliert war, die Ursache, dass man den Resultaten keinen entscheidenden Werth zusprechen kann.

Obgleich die bisherigen Versuche, den Einfluss einer Sonnenfinsternis auf luftelectrische Verhältnisse nachzuweisen oder gar neue Wege zur Theorie dieser Erscheinungen zu finden, zu keinerlei ermuthigenden Resultaten geführt haben, so entschloss ich mich dennoch dazu, die totale Sonnenfinsternis vom 14. Januar 1907 nicht ungenützt vorübergehen zu lassen, weniger mit der Aussicht günstige Witterungs-Verhältnisse vorzufinden, hauptsächlich aber in der Hoffnung Beobachtungen in einer Gegend auszuführen, wo sonst wenig dazu sich Gelegenheit findet. Beobachtungen aus Central-Asien haben auch ohne Sonnenfinsternis ihren Werth.

Bei der **Auswahl der Apparate** hatte ich keine Schwierigkeiten, da ich über zwei vollständige Serien von Apparaten aus der Werkstätte von Günther u. Tegetmeyer in Braunschweig verfügen konnte und Apparate von der Firma Spindler und Hoyer in Göttingen, trotz zeitiger Bestellung, nicht fertig geworden waren. Die beiden Serien von Apparaten hatten mein Assistent Privat-Docent Speransky und ich in der Krim im Jahre 1905 zu correspondirenden Beobachtungen benutzt und nachher waren nur einige Instrumente dieser Serien aushülfsweise in Moskau bei den regulären täglichen Beobachtungen

benutzt worden. Nachdem ich mit beiden Serien in Moskau Vergleichsbeobachtungen ausgeführt hatte, wurden sie in zwei Doppelkörbe verpackt. Ich glaubte zwei volle Serien von Instrumenten mitnehmen zu müssen, da auf der mehr als 4000 Kilometer langen Eisenbahnfahrt mit mehreren Umladestationen leicht dieses oder jenes hätte beschädigt werden können, was man in Central-Asien nicht repariren kann. Ausserdem hatte ich die Absicht, mit zwei Apparaten gleichzeitig zu arbeiten, wobei das eine Instrument mit positiver Ladung, das andere aber mit negativer Ladung versehen werden sollte. Die Mitnahme zweier Serien von Instrumenten vertheuerte die Reise im hohen Grade, da die Instrumente nur als Passagiergepäck zur Beförderung aufgegeben wurden, damit ich auf allen Umsteigestationen das Umladen selbst beaufsichtigen konnte. Beide Serien mit der Verpackung hatten ein Gewicht von 170 Kilogramm und für 8000 Kilometer Eisenbahnfahrt (hin und zurück) hatte ich über 100 Rubel für Gepäck zu zahlen.

Dank der zweckmässigen Verpackung der Günther u. Tegetmeyer'schen Instrumente konnten diese auch leicht zu grösseren Gepäckstücken verpackt werden und auf der Hin- und Rückreise ist mir nur ein Isolator zerbrochen worden, was keinerlei Unbequemlichkeiten zur Folge hatte, da ich 9 Isolatoren mitnahm und höchstens 6 mit einem Mal benutzen konnte.

Bei der **Auswahl des Beobachtungspunctes** waren verschiedene Umstände in Erwägung zu ziehen. Erstens musste der Beobachtungspunct möglichst in der Mitte der Zone der Totalität liegen; zweitens musste der Beobachtungspunct auf der Centrallinie der Totalität so liegen, dass die Finsternis möglichst auf die Mittagsstunden fiel; drittens musste der Punct erreichbar sein; viertens musste er ausserhalb des Gebietes der Schnee- und Sandstürme liegen. Orte in West-China und im Hochgebirge auf russischem Territorium konnten aus mehrfachen Gründen gar nicht in Frage kommen und es blieb nur die Wahl zwischen den Stationen der Centralasiatischen Eisenbahn von Samarkand bis Kokand. Die Centrallinie der Totalität schnitt diese Eisenbahn bei der Station Obrutschewo, die 180 Kilometer südlich von Taschkent gelegen ist. Leider liegt gerade die ganze Strecke der Eisenbahn im Westen bis Dschisak (58 Kilometer) und im Osten bis Werewkino (140 Kilometer) in der Südostecke der Hungersteppe, die nach Nordwest sich auf 750 Kilometer

bis zum Aralsee erstreckt. Die Sandstürme in der Hungersteppe sind sehr gefürchtet, und bei luftelectrischen Beobachtungen müssen sie sehr störend sein, was ich am meisten zu befürchten hatte. Die Herren Astronomen liessen sich theils in Dschisak, theils in Uratübe nieder, während das astrophysikalische Observatorium in Taschkent seine Filiale in Obrutschewo errichtete. Meteorologische Beobachtungen von allen in Betracht kommenden Orten fehlten ganz, nur das war bei meiner Ankunft in Taschkent bekannt, dass ein Sturm in Dschisak die Vorrichtungen der Hamburger Astronomen davongeblasen hatte. Ich konnte mich nicht dazu entschliessen, den Stürmen aus dem Wege zu gehen, entweder nach Westen nach Buchara oder nach Osten in's Ferghanathal, da ich damit aus der Zone der Totalität herausgekommen wäre. Nach Erwägung aller Umstände wählte ich die Station Obrutschewo, wo ich am 9. Januar meine Beobachtungen begann. Die geographischen Coordinaten dieser Station lauten:

Obrutschewo.

$\varphi = 40^0 5'$
$\lambda = 68^0 34$ E. von Greenwich $= 4^h\ 34^m\ 16^s$.

Die **meteorologischen Verhältnisse** waren von vornherein ungünstig. Am 9. Januar herrschte ein Südwest-Wind mit einer mittleren Stärke von 4 Meter pro Secunde. Zur Bestimmung der Windstärke diente ein kleines Fuess'sches Schalenkreuz-Anemometer und die Windrichtung wurde mit Hülfe eines Taschencompass und bei schwachen Winden nach der Richtung des Rauches beim Flammen-Collector ermittelt. Die Temperatur der Luft hielt sich den ganzen Tag in den Grenzen $+0{,}5^0$ und $+3{,}2^0$ und wurde mit einem kleinen Assmann'schen Aspirations-Psychrometer beobachtet. Die Bewölkung, Cirrus und Cumulo-Stratus welchselte zwischen 3 und 7. Auf dem Boden lag der Schnee hier und da und wo kein Schnee lag, war der Boden nass, so dass der Wind keinen Sand aufwirbeln konnte. In der Nacht war das Wasser auf dem Boden gefroren.

Sehr auffallend war die ausserordentliche Durchsichtigkeit der Luft, die ich fast täglich, auch beim trüben Wetter, bemerkte. Auf einer Entfernung von 18 Kilometer war ein kleines Sartendorf (Kischlak) in der Ebene, und man konnte dasselbe ziemlich deutlich

mit dem blossen Auge sehen. In den Nachtstunden konnte man Sterne bis zum Horizont herunter sehen, was nicht nur mir allein auffiel und was ich anderweitig in dem Maasse nicht gesehen habe.

Am 10. Januar schwankte die Bewölkung zwischen 8 und 10; Cirrus war nicht mehr zu sehen, dafür aber Stratusfetzen, Stratus und Cumulus. Die Temperatur stieg nur bis $+2^0$. Die absolute Feuchtigkeit schwankte um 4,3 mm. herum und die relative Feuchtigkeit zwischen 82 und 87%. Die Windrichtung war meist West und die Stärke wuchs vom Morgen von 10 Meter pro Secunde bis Nachmittag auf 14 Meter. Am Abend wüthete ein Sturm, der mein ferneres Bleiben in Obrutschewo unmöglich machte. Dem Eisenbahnpersonal war es bekannt, dass Stürme in Obrutschewo sehr häufig, auf der nächsten Station Lomakino aber fast gar nicht vorkommen. Sie wussten auch die Erklärung dieses Unterschiedes. Eine niedrige Hügelkette nördlich von der Eisenbahn schützt diese Station vor den starken Winden aus der Hungersteppe. Als am nächsten Morgen der ganze Nord- und Nordwest-Horizont bis zu beträchtlicher Höhe mit braunrothen Staubwolken bedeckt war und der Sturm in ungeschwächter Stärke andauerte, da packte ich meine Instrumente ein und fuhr mit dem nächsten Zuge zur Station Lomakino. Es war ein Güterzug und dank der Liebenswürdigkeit des Eisenbahn-Personals konnte ich denselben benutzen; da aber die Güterwagen alle plombirt waren, so fuhr ich auf einer offenen Plattform. Dadurch hatte ich Gelegenheit zu beobachten, dass nur wenige Kilometer von der Station Obrutschewo die Windstärke abnahm und auf der Station Lomakino kein Wind war. Ausserdem verlor sich allmählich der kahle Lössboden und Rasenflächen traten auf, die nicht von Sand bedeckt waren. Bei der Station Lomakino war überall Rasen. Hier begann ich an demselben Tage meine Beobachtungen. Die Coordinaten dieses Punktes betragen:

Lomakino: $\varphi = 40^0 4'$.
$\lambda = 68^0 14$ E von Greenwich $= 4^h 32^m 56$ s.

Die Schneedecke war hier noch dürftiger, als in Obrutschewo und von einer störenden Eigenladung der Schneedecke kann gar keine Rede sein. Die Sonne habe ich in Lomakino überhaupt nicht gesehen, da die Bewölkung fast durchweg 10 betrug. Die Wolken-

formen waren am 11. und 12. Januar Stratus und Stratusfetzen; am 13. Januar waren neben Stratus noch einzelne Cumulo-Stratus sichtbar, die von 1 Uhr Mittags an durch Nimbus ersetzt wurden. Am 13. Januar um 1 Uhr begann starker Regen, der um 4 Uhr Nachmittags in einen ausserordentlich ruhigen Schneefall überging. Am Morgen der Finsternis fiel noch leichter lockerer Schnee in geringer Menge der bis zur Totalität anhielt. Gegen 11 Uhr Vormittags ging der Schneefall in ein leichtes Schneegestöber über. Zur Zeit der Totalität 10 Uhr 3 Minuten wurde es plötzlich dunkel, doch konnte ich meine Ablesungen mit einiger Mühe ohne Laterne machen.

Das Wetter war die ganze Zeit sehr veränderlich, was schon aus den Beobachtungen der Windrichtungen hervorgeht. Am 11. Januar beobachtete ich um 3^h24^m p. m. SW, 1 Meter pro Secunde, um 4^h44^m aber E mit 4 Meter. Am 12. Januar war den ganzen Tag Süd mit einer Stärke von 1 Meter. Am 13. Januar war um 8 Uhr Morgens W, 6 Meter, von 9^h17^m bis 9^h52^m Regen und windstill, darauf um 10^h30^m a. m. wieder W, 5 Meter, 11^h17^m a. m. WNW, 3 Meter und von 0^h52^m p. m. an W, 1 Meter. Am 14 Januar war NNW, 1 Meter.

Die Temperatur schwankte in den Beobachtungszeiten am 11. Januar zwischen $+3,2^0$ und $+2,2^0$; am 12. Januar zwischen $+2,2^0$ und $+4,0^0$. Am 13. Januar Morgens war der Schnee ganz verschwunden, die Luft sehr klar und in den Bergen sah man Schnee nur in den höheren Lagen. Die Temperatur war um 8^h24^m a. m. $+8,2^0$; um 10^h32^m $+9,8^0$; um 11^h17^m $+9,1^0$ und um 0^h52^m $+7,2^0$. Am nächsten Morgen, am 14. Januar beobachtete ich um 8^h52^m $-1,0^0$ und um 10^h17^m $-1,8^0$.

Die Niederschlagsmenge konnte ich nicht beobachten, wohl aber die Dicke der Schneedecke, die in der Nacht vom 13. Januar auf den 14. Januar fiel. Auf den kleinen Stationen der Central-Asiatischen Eisenbahn werden von den Frauen des Dienstpersonals zu den Personenzügen Theemaschinen auf dem Perron auf Tische aufgestellt und kochendes Wasser den Reisenden verkauft. Auf der Station Lomakino blieben diese Tische für die Nacht auf dem Perron und am 14. Januar am Morgen lag auf allen Tischen eine ganz gleiche Schneedecke von 240 mm. Höhe.

Die relative Feuchtigkeit hielt sich an den Tagen vom 11. bis

zum 13. Januar in den Grenzen von 73% bis 82%, nur am 14. Januar war sie zwischen 96% und 98%. Die absolute Feuchtigkeit war am 11. und 12. Januar 4,4 und 4,5 mm., am 13. Januar wurden Werthe zwischen 6,2 und 6,7 mm. beobachtet und am 14. Januar 4,1 bis 3,9 mm.

Der Schneefall am Tage der Finsternis war in der Richtung Ost-West nicht sehr verbreitet, denn die Sonnenfinsternis war 160 Kilometer östlich von Lomakino und 200 Kilometer westlich von Lomakino gesehen worden. Am 15. Januar war ich in der Stadt Buchara und dort war anhaltendes Frühlingswetter. Im Norden muss viel Schnee und Regen gefallen sein, wofür die Ueberschwemmungen der Taschkenter Eisenbahn sprechen. Bei der Station Turkestan war eine Strecke von 13 Kilometer unterwaschen und der Verkehr auf eine Woche unterbrochen.

Von den Beobachtungspunkten, wo Expeditionen sich niedergelassen hatten, hat Niemand die Sonne am Tage der Finsternis gesehen.

Das Potentialgefälle.

Zur Messung des Potentialgefälles diente ein Electrometer № 1596 nach Elster und Geitel mit einem Ablese-Mikroskop. Radioactive Collectoren wurden überhaupt nicht mitgeführt und als Collector diente eine Benzinlampe auf einem Ebonitstock. Die Höhe des Collectors über dem Boden schwankte zwischen 151 und 158 cm. und das Potentialgefälle wurde jedes Mal auf ein Meter umgerechnet.

In den Fällen, wo die Höhen von 151 bis 158 cm. keine merkbaren Ausschläge gaben, wurde die Lampe bis zur Höhe von ca. 360 cm. empor gehoben. Der geringste Betrag, den das Electrometer zu messen gestattete, war 25 Volt und daher hätte man bei gehobener Lampe eine Differenz von 7 Volt pro Meter noch messen können. Meistentheils konnte ein Gefälle gar nicht constatirt werden und in einigen Fällen glaubte ich Bruchtheile von Scalentheilen ablesen zu können, doch waren sie so unsicher und das Vorzeichen so unbestimmbar, dass ich doch schliesslich Null notirte.

Dabei brauchte man nur den Lampenträger aus Ebonit mit einem ledernen Handschuh zu streifen und sofort gingen die Blättchen des Electrometers weit auseinander. Die geringe Potential-Differenz war sehr merkwürdig.

An sicheren Messungen erhielt ich:

In Obrutschewo.

9	Januar	2^h5^m	p. m.	+ 64	Volt	pro Meter.
10	„	10.33	a. m.	+ 37	„	„ „

In Lomakino.

11	Januar	3^h24^m	p. m.	+ 56	„	„ „
12	„	7.47	a. m.	+ 16	„	„ „
12	„	9.17	„ „	+ 26	„	„ „
13	„	8.15	„ „	+ 30	„	„ „
13	„	0.47	p. m.	+ 7	„	„ „

Aber auch diese Werthe waren nur kurze Zeit zu beobachten. Gewöhnlich stand die Lampe auf dem Ständer den ganzen Tag und zwischen anderen Messungen zündete ich sie an, doch meist vergebens. Des Morgens eröffnete ich die Beobachtungs-Serien und des Abends beschloss ich sie mit den Bestimmungen des Potentialgefälles, wobei die Lampe mitunter bis 10 Minuten brannte und dennoch war meist kein Ausschlag. War aber ein Ausschlag, so war oft die Stellung der Blättchen eine unruhige, während bei Beobachtungen der Zerstreuung niemals eine Unruhe der Blättchen zu bemerken war.

Die Electricitätszerstreuung.

Zu den Electricitätszerstreuungs-Beobachtungen mit dem Elster und Geitel'schen Apparat diente das Instrument № 1498 mit dem Electrometer № 1596. Das andere Instrument № 1497 mit dem Electrometer № 1610 diente zur Reserve und wurde gar nicht benutzt.

Die Beobachtungen wurden abwechselnd mit positiver und negativer Ladung ausgeführt, wobei die Ablesungen alle 5 Minuten gemacht wurden, für den Fall, dass die Ladung in weniger also 15

Minuten neutralisiert würde, was thatsächlich in 8 Fällen von 18 eintrat. An den Apparaten wurden besondere Beleuchtungsspiegel mit Kugelgelenken und Schirme zur Abhaltung des Sonnenlichtes von den Electrometerblättchen angebracht. Die Ablesungen wurden nach der folgenden bekannten Formel berechnet:

$$a = \frac{100}{(1-n) \cdot 0{,}4343} \cdot \frac{1}{t} \left[\log \frac{V_0}{V} - n \cdot \log \frac{v_0}{v} \right].$$

Hier bezeichnet a die in der Zeiteinheit (eine Minute) neutralisierte Electricitätsmenge in Procenten der als constant angenommen Anfangsladung, n das Verhältniss der Kapazität des Electrometers zur Kapazität des ganzen Systems, V_0 und v_0 die Anfangspotentiale in Volt und V und v nach Ablauf der Zeit t ausgeführten Ablesungen.

Bei der Berechnung der fünfminutlichen Ablesungen zeigte es sich, dass die Werthe a mit Abnahme der Ladung wachsen und zwar im Mittel im folgenden Verhältniss. Setzen wir den Werth a für die ersten fünf Minuten gleich der Einheit, so ergeben die zweiten fünf Minuten 1,12 a. Für die dritten fünf Minuten waren zu wenig Beobachtungen, um brauchbare Mittelwerthe ableiten zu können. Dasselbe fand ich auch bei meinen Beobachtungen im Jahre 1905. Durch diesen Umstand erhält man Werthe, die nicht ganz vergleichbar sind und von der Anfangsladung und von der Zerstreuungsgrösse abhängig sind. Die Herren Prof. I. Elster und H. Geitel [1]) haben bereits im Jahre 1900 bei abgeschlossenen Luftmengen ein gleiches Verhalten des Zerstreuungscoefficienten a zur Anfangsladung constatiert. Dasselbe ist auch anderweitig in freier Luft beobachtet worden, wie z. B. in den von P. Bonifaz Zölss [2]) bearbeiteten Beobachtungen auf der Sternwarte zu Kremsmünster. Die Herren Elster und Geitel fanden, dass die directen Verluste in Volt, also ohne Anwendung des Coulomb'schen Zerstreuungsgesetzes, viel constantere Werthe geben, als die Grössen a_+ und a_- der Zerstreuungs-

---

[1]) Physikalische Zeitschrift, II Jahrgang, № 8, Seite 118.

[2]) Messungen der Electricitätszerstreuung im Kremsmünster, Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXII, Abth. II a, Juli 1903.

coefficienten nach der üblichen Formel. Ich habe für einen Vergleich die Aenderungen nicht nur nach den Logarithmen, sondern auch in Volt nach den Ablesungen berechnet, die alle 5 Minuten gemacht wurden, und fand, dass bei einem Verlust 1,00 Volt in den ersten fünf Minuten, im Verlauf der folgenden 5 Minuten 0,77 Volt und in den letzten Minuten 0,95 Volt neutralisiert werden. Man sieht, dass weder das Coulombsche Zerstreuungsgesetz, noch der Verlust in Volt befriedigende Resultate ergeben. Während bei meinen Beobachtungen das Coulombsche Gesetz mit der Zeit zunehmende Zerstreuungscoefficienten ergab, fand ich beim Verlust der Ladung in Volt erst abnehmende und darauf wieder anwachsende Werthe. In einzelnen Fällen findet man sehr grosse Unterschiede. Ich erhielt am 13. Januar 1907 in Lomakino bei negativer Ladung des Zerstreuungscylinders:

$10^h 26^m$ a. m.	210,4 Volt.		
10.31 „	109.7 „	Spannungsverlust	100.7 Volt.
10.36 „	74.0 „	„	35.7 „

Ausser den sogenannten Cri-cri Erscheinungen spielten hier offenbar schnell wechselnde electrische Factoren eine grössere Rolle, als die Abweichung des Zerstreuungsgesetzes von logarithmischen Differenzen oder directen arithmetischen Differenzen. Im angeführten Fall regnete es bis $9^h 52^m$ a. m. wobei das Thermometer $+9{,}8^0$ zeigte; dann begann ein langsames, aber ständiges Fallen der Temperatur und um $0^h.52^m$ p. m. zeigte das Thermometer $+7{,}2^0$ und der Regen begann von neuem. Um $1^h 2^m$ p. m. fiel ein starker Regenguss und um 4 Uhr war die Temperatur 0^0 und es begann ein Schneefall, der bis zum nächsten Tage andauerte. Bei dieser wechselvollen Witterung waren auch die electrischen Verhältnisse grossen Schwankungen unterworfen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werthe der Zerstreuungscoefficienten a_+ für positive Ladung des Cylindres und a_- für negative Ladung mitgetheilt und ebenso die Verhältnisszahlen

$$q = \frac{a_-}{a_+}.$$

Monat und Datum.		Stunden und Minuten.	Vorzeichen der Ladung.	a_+	a_-	$q = \frac{a_-}{a_+}$
		In Obrutschewo.				
1907						
Januaur	9.	2^h29^m— 2^h44^m p. m.	+	7,24		
		2.47 — 2.57 „	—		13.37	1.85
		3. 3 — 3.13 „	—		12.81	
		3.16 — 3.26 „	+	7.65		1.67
„	10.	10.41 — 10.51 a. m.	+	1.59		
		10.53 — 11.3 „	—		2.74	1.72
		In Lomakino.				
„	11.	3.31 — 3.46 p. m.	+	1.36		
		3.52 — 4. 2 „	—		3.60	2.65
„	12.	10.23 —10.38 a. m.	+	4.89		
		10.40 —10.55 „	—		6.19	1.27
„	13.	8.19 — 8.34 a. m.	+	5.31		
		8.36 — 8.51 „	—		5.82	1.10
		10. 9 —10.24 „	+	10.22		
		10.26 —10.36 „	—		15.36	1.50
„	14.	8.57 — 9. 7 a. m.	+	11.54		
		9.10 — 9.20 „	—		23.36	2.02
		10.29 —10.30 „	+	111.03		
		10.32 —10.33 „	—		138.27	1.25

Sämmtliche Beobachtungen zeigen, dass die positiven Jonen in viel grösserer Anzahl vorhanden waren, als die negativen. Ausserdem sieht man, dass die Zerstreuungscoefficienten sehr grosse Werthe haben und in kurzer Zeit sich stark verändern. Sehr abnorm sind die Werthe vom 14. Januar, denn sie erreichen Grössen, die bisher in der freien Atmosphäre nirgends beobachtet worden sind. Der erste Werth $a_+ = 11{,}54$ wurde beobachtet nach Beginn der Finsternis, zeichnet sich aber nicht besonders aus, denn am 9. und 13. Januar fand ich für a_- noch grössere Werthe.

Die Finsternis begann um 8^h47^m a. m. und mit fortschreitender

Finsternis wachsen auch die Zerstreuungscoefficienten und dieses Anwachsen zeigt sich sogar im Verlauf der einzelnen 5 Minuten zwischen den Ablesungen. Berechnet man den Werth a für je 5 Minuten, so findet man folgende Werthe:

Zeit.	Vorzeichen.	a.
8^h57^m—9^h2^m a. m.	+	9.38
9. 2 —9.7 „	+	13.71
9.10 —9.15 „	—	20.95
9.15 —9.20 „	—	25.76

Setzt man den Werth nach den ersten fünf Minuten gleich 1,00, so findet man für die zweiten fünf Minuten die Werthe 1,46 für positive Ladung und 1,23 für negative Ladung. Wir haben oben gefunden, dass im Durchschnitt die zweiten fünf Minuten anstatt 1,00 nur 0,77 geben und anstatt 0,77 findet man hier 1,46 resp. 1,23. Die Zerstreuungscoefficienten haben also hier in den zweiten 5 Minuten fast doppelte Beträge.

Die Totalität trat um 10^h2^m ein, dauerte 2 Minuten und endete um 10^h4^m. Die beiden hohen Werthe wurden nach der Totalität beobachtet. Es war zur Zeit der Sonnenfinsternis starker Witterungswechsel und ich glaube, die hohen Werthe von a_+ und a_- nach der Totalität dem Einfluss der meteorologischen Elemente zuschreiben zu müssen. Oben ist bereits erwähnt, dass am Tage vorher 9,8° Wärme beobachtet wurde, und am Tage der Finsternis —1,8°. Die Nacht über fiel lockerer Schnee ganz ohne Wind. Am Morgen des 14. Januar fiel noch Schnee, aber wenig, doch konnte ich meine Instrumente nicht unter dem freien Himmel aufstellen. Bei dem Bahnhof ist auf freier Fläche ein leichtes hohes Schutzdach auf 4 Pfosten aufgestellt, gleichsam ein Sonnenschirm für wartende Passagiere. Für Regen ist das Dach zu klein und leicht. In der Nähe dieses Schutzdaches habe ich alle meine Beobachtungen gemacht, aber unter freiem Himmel, nur beim Regen machte ich die Ablesungen unter demselben. Am 14. Januar beim ruhigen Schneefall beobachtete ich auch unter dem Schutzdach, ohne im geringsten durch den Schneefall gestört zu werden. Bald nach zehn Uhr begann ein leichtes Schneegestöber, mit der Windrichtung NNW, also aus der Hunger-

steppe. Anstatt der leichten Schneesterne fielen scharfkantige Kristalle und mit dem Beginn des Schneegestöbers stellten sich die hohen Werthe a_+ und a_- ein. Bald darauf konnte das Dach mehr keinen Schutz gewähren und ich musste die Beobachtungen einstellen. Das Schneegestöber dauerte den ganzen Rest des Tages mit vermehrter Stärke und machte alle Beobachtungen unmöglich.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass die Verhältnisszahlen $q = \frac{a_-}{a_+}$ bei starken Aenderungen von a_+ und a_- nur einen bedingten Werth haben.

Ich halte es für überflüssig, die gefundenen Zerstreuungscoefficienten a_+ und a_- mit denen zu vergleichen, die in Europa beobachtet werden. Die oben mitgetheilten Werthe sind durchweg viel höher, als man erwarten konnte und wenn am 10. und 11. Januar a_+ in den uns bekannten Grenzen erhalten wurde, so dürften für jene Gegend gerade diese Werthe zu den anormalen zu rechnen sein.

Bestimmung der Jonenzahl.

Zur Bestimmung der Anzahl der Jonen in der Volumeinheit und der Beweglichkeit der Jonen dienten zwei Ebertsche Apparate mit einem Macheschen Vorschalt-Condensator. Die Apparate № 1559 und № 1607 mit den Electrometern № 1601 und № 1447 haben ein horizontales Aspirationsrohr und damit der Wind keinen directen Einfluss habe, sind alle unsere Beobachtungen sowohl in Moskau, als auch in der Krim und im Ssamarkand'schen Gebiet in nahezu senkrechter Lage des Rohrs zur Windrichtung angestellt worden. Abblendung des Sonnenlichtes und geeignete Beleuchtung der Scala und Electrometerblättchen wird durch angebrachte Schirme und Spiegel erzielt.

Für gewöhnlich beobachtete ich mit dem Instrument № 1559 und Electrometer № 1601, mit dem ich alle meine früheren Beobachtungen ausgeführt habe, während das andere Instrument zu den Arbeiten mit dem Macheschen Hilfscondesator benutzt wurde. In diesem Falle wurden beide Instrumente gleichzeitig beobachtet, aber so, dass es möglich war bei jedem Glockenzeichen die Ablesungen auszuführen, also etwa alle zwei Minuten bei jedem Apparat eine

Ablesung. Dadurch werden Irrthümer vermieden und man hat das Electrometer unter steter Controlle. In den Fällen, wo zwei Apparate gleichzeitig in Thätigkeit waren, wurden sie so aufgestellt, dass sie aufeinander keinen Einfluss haben konnten. Es kam vor, dass die Glockenzeichen so schnell aufeinander folgten, dass beide Instrumente nicht gleichzeitig abgelesen werden konnten, doch diese Fälle waren nur Ausnahmen und konnten auch ganz vermieden werden.

Zwischen jedem Glockenzeichen förderte das Schaufelrad der Turbine des Instruments № 1559:

180,654 Liter oder in ca. $9^1/_2$ Minuten 0,90327 Cubicmeter Luft und das Instument № 1607:

172,133 Liter oder in ca. 9 Minuten 0,860664 Cubicmeter Luft.

Das Instrument № 1559 wurde durchweg ohne Hilfscondensator benutzt; dagegen wurden alle Messungen mit dem Vorschaltcondensator ausschliesslich mit dem Instrument № 1607 ausgeführt. Beim vorgeschalteten Hilfscondensator betrug die durchgeströmte Luftmenge zwischen zwei Glockenzeichen:

165,299 Liter oder nach 5 Glockenzeichen 0,826495 Cubicmeter.

Die Capacität des geladenen Systems betrug:

bei dem Instrument № 1559 : 18,54 cm.
„ „ „ № 1607 : 16,98 „

An allen Beobachtungstagen wurde der Spannungsverlust bei stillstehender Turbine und abgeschlossenem Aspirationsrohr im Verlauf von ungefähr 10 Minuten verfolgt und jedes Mal war der Verlust innerhalb der Beobachtungsgrenzen von $\pm 0,1$ Scalentheilen.

Entsprechend den obigen Daten wurde der Spannungsverlust E, resp. die gesammte Jonenladung in electrostatischen Einheiten nach folgenden Formeln berechnet:

Instrument № 1559 : $E = 0,0684$ V
„ № 1607 : $E = 0,0658$ V

wo V die in Volt umgesetzte Scalendifferenz für ein Cubicmeter Luft bezeichnet.

Erfahrungsgemäss sind die Werthe beim vorgeschaltenen Hilfscondensator kleiner, als ohne denselben und um die Werthe des

Instruments № 1607 mit zu einem Vergleich heranziehen zu können, soweit sie ohne Hilfsbatterie erhalten wurden, musste ein Reductionsfactor aus nahezu gleichzeitigen Beobachtungen an beiden Instrumenten abgeleitet werden. Diese Vergleichungen ergaben, dass die Angaben des Instruments № 1607 um 40% zu vergrössern sind, um sie mit den Werthen des Instruments № 1559 vergleichbar zu machen. Die um diesen Betrag vergrösserten Angaben sind in der nachfolgenden Tabelle mit einem Sternchen gekennzeichnet. Dieser Factor 1,40 kommt den anderweitig gefundenen Grössen sehr nahe. Die Herren H. Mache und Schweidler [1]) fanden, dass ihr Instrument mit dem vorgesteckten Hilfs-Condensator 71,4% resp. 74,3% des Ladungsverlustes giebt. Im Mittel erhält man 72,85% und um von der beobachteten Grösse 72,85% auf 100% zu kommen, muss man zur beobachteten Grösse 37,2% der Letzteren hinzufügen. Herr H. Ebert [2]) schätzt die vorzunehmende Vergrösserung nur auf 30%.

In der nachfolgenden Tabelle findet man die Werthe E der Electricitätsmenge in electrostatischen Einheiten, welche in 1 Cubicmeter Luft in Form von Ladungen aller derjenigen Jonen enthalten ist, deren Wanderungsgeschwindigkeit grösser als 0,2 cm. sec. pro Volt. cm. Gefälle ist. Hierbei giebt E_+ die Werthe für die positiven Jonen und E_- für die negativen; die Grösse E_+ erhält man bei negativer Ladung des Condensators und E_- bei positiver Ladung. Es sei noch ausdrücklich hervorgehoben, dass dem Vorzeichen nach E_+ mit dem Zerstreuungs-Coefficient a_- und E_- mit dem Zerstreuungs-Coefficienten a_+ vergleichbar ist.

Der Ueberschuss an positiver Ladung der Luft über die vorhandene negative in einem Cubicmeter ist in der Rubrik Q angegeben, wobei das Vorzeichen dieser Grösse durch die Relation

$$Q = E_+ - E_-$$

gegeben ist. Die Grösse Q wurde nur aus je zwei unmittelbar aufeinander folgenden Bestimmungen abgeleitet. Einige Autoren haben

---

[1]) Mache und E. von Schweidler. Ueber die spezifische Geschwindigkeit der Jonen in der freien Atmosphäre. Physikalische Zeitschrift, VI Jahrg. 1905, № 3, Seite 71—73.

[2]) H. Ebert. Jonenzählung bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905, Physikalische Zeitschrift, VI Jahrg. 1905, Seite 641—647.

Mittelwerthe aus zwei naheliegenden Werthen berechnet und diese dann mit einem da zwischenliegenden Werth entgegengesetzten Zeichens verglichen. Für eine solche Combination waren nicht für alle Tage Data vorhanden.

Datum.	Stunden und Minuten.		E_-	E_+	Q.
	In Obrutschewo.				
9. Januar	4^h18^m— 4^h27^m	p. m.	0.335		
	4.30 — 4.39	„		0.520	+0.185
10. „	11^h22^m—11^h31^m	a. m.	0.431		
	11.41 —11.50	„		0.923	+0.492
	0.30 — 0.38	p. m.	0.449*		
	0.53 — 1. 2	„		0.854*	+0.405*
	4. 2 — 4.11	„	1.053		
	4.16 — 4.25	„		1.402	+0.349
	In Lomakino.				
11. Januar	3^h58^m— 4^h 8^m	p. m.	0.397		
	4.15 — 4.25	„		1.012	+0.615
	4. 1 — 4.11	„		1.050*	
	4.19 — 4.29	„	0.314*		+0.736*
12. Januar	7^h55^m— 8^h 5^m	a. m.	1.156		
	8. 9 — 8.19	„		1.033	—0.123
	9.29 — 9.39	„	0.757*		
	9.54 —10. 3	„		0.662*	—0.095*
	9.31 — 9.40	„		0.684	
	9.57 —10. 6	„	0.588		+0.096
13. Januar	10^h40^m—10^h50^m	a. m.	0.746*		
	10.56 —11. 5	„		1.217*	+0.471*
	10.53 —11. 0	„		1.183	
	11. 6 —11.15	„	0.814		+0.369
14. Januar	9^h18^m— 9^h28^m	a. m.	0.728*		
	9.25 — 9.35	„		0.937	
	9.30 — 9.39	„	1.026*		
	9.46 — 9.56	„	0.622		+0.315

10^h13^m—10^h22^m	a. m.		0.931*	+0.256
10.24 —10.34	„		1.333*	
10.51 —11. 1	„	0.718		
11. 4 —11.14	„		1.970	+1.252

Die extremen zur Beobachtung gekommenen Werthe betragen:

$Q = +1.252$ und $Q = -0.123$
$E_- = 1.156$ und $E_- = 0.314^*$
$E_+ = 1.970$ und $E_+ = 0.520.$

Wie stark die Werthe E und Q an einzelnen Tagen sich veränderten, das ersieht man aus folgender Zusammenstellung:

	ΔE_-	ΔE_+	$\Delta Q.$
10 Januar . .	0.622	0.548	0.143
11 „ . .	0.083	0.038	0.121
12 „ . .	0.568	0.371	0.219
13 „ . .	0.068	0.034	0.102
14 „ . .	0.404	1.039	0.996

Die Aenderung der Werthe von 11. und 13. Januar sind nur deshalb klein, weil die Beobachtungen sich nur auf eine halbe Stunde erstrecken. Wenn aber die Beobachtungen mehr als zwei Stunden oder mehr umfassen, wie am 10, 12 und 14 Januar, da sind auch die Aenderungen zu merken.

Vergleicht man die vorstehenden Werthe und die Aenderungen derselben mit Grössen, die in West-Europa und auf offener See ermittelt wurden, so sieht man, dass die Werthe in Turkestan sehr gross und viel veränderlicher sind, als in Europa. Beschränken wir diesen Vergleich nur auf die von Prof. Dr. H. Ebert mitgetheilten Grössen (Physikalische Zeitschrift, VI Jahrg., № 20). Aus diesen dort veröffentlichten Werthen entnehme ich folgende extreme Werthe:

	E_-	E_+	$Q.$
Maximum	0.86	1.71	0.85
Minimum	0.07	0.13	—0.14

Die Maxima wurden alle an einem sehr klaren Augusttage im

Hochthale der Jachenan in den nördlichen Kalkalpen (Seehöhe 790 Meter) und die Minima von E_- und E_+ von Herrn Lüdeling auf Helgoland beobachtet. Die Maxima im Ssamarkand'schen Gebiet sind durchweg höher, was wohl der continentalen Lage zuzuschreiben ist. Wenn man selbst die von Prof. H. Ebert mitgetheilten Werthe am Kocheler Wasserfall für $E_+ = 1{,}08$ zum Vergleich heranzieht, so sieht man, dass der Werth von 1,97 im Ssamarkand'schen doch noch fast zwei Mal so gross ist, als in dem Ausnahmfalle eines Wasserfalles. Freilich, der Werth von $E_- = 7{,}50$ beim Kocheler Wasserfall kann hier gar nicht in Betracht kommen.

Was nun den Tag der Sonnenfinsternis, den 14. Januar, anbelangt, so zeigt ein Vergleich der Seite 508 mitgetheilten mit dem Elster und Geitel'schen Apparat erhaltenen Zerstreuungscoefficienten a_+ und a_- und der Seite 513 und 514 angegeben Electricitätsmengen E_- und E_+ wesentliche Unterschiede. Nach 9 Uhr Morgens steigt zunächst der Werth E_-, doch darnach etwa um 10 Uhr fällt er und zwar von 1,026 auf 0,622, um hernach, also nach der Totalität, wieder zu steigen. Es ist dem Sinne nach hier dieselbe Aenderung, wie sie von den Herren Elster und Geitel und Ebert am 30. August 1905 beobachtet wurde. Das war auch fast das Einzige, was man mit einiger Sicherheit aus den damaligen Beobachtungen folgern konnte und dasselbe zeigte sich auch im Ssamarkand'schen am 14. Januar 1907. Der Coefficient a_+ zeigt keine solche Abnahme am Elster & Geitel'schen Apparat, was möglicherweise darauf zurückzuführen wäre, dass durch den Ebert'schen Apparat Jonen, deren Wanderungsgeschwindigkeit kleiner ist, also 0,2 cm/sec. pro Volt/cm. Gefälle, hindurchfliegen können, ohne ihre Ladung an den Condensator abzugeben. Die trägeren Jonen können durch Anlagerung von Wasserdampf, ihre Beweglichkeit eingebüsst haben, wobei hauptsächlich die negativen als Condensationskerne in Betracht kämen. Während sie an dem Ebert'schen Apparat keinen Einfluss zeigen, können sie an dem Elster und Geitel'schen wirksam sein und zunehmende Werthe geben, während beim Ebert'schen Apparat sich abnehmende Grössen zeigen.

Die Werthe E_+ findet man in beträchtlicher, aber gleichbleibender Grösse bis zur Totalität, dann aber steigen sie rapid und in 40 Minuten verdoppelt sich die Electricitätsmenge. Dem entspricht auch die Angabe a_- nach dem Elster- und Geitel'schen Apparat, nur

sind beim letzteren Instrument die Aenderungen viel grösser. Für eine Beobachtung mit dem Ebert'schen Apparat ist eine längere Zeit nöthig und daher können Sprünge von kurzer Dauer nicht bemerkt werden.

Nimmt man für die Berechnung der Anzahl der Jonen in der Einheit des Luftraumes die Ladung eines Jons zu

$$3{,}4.\ 10^{-10} \text{ electrostatischen Einheiten}$$

an, so erhält man nach den oben mitgetheilten Werthen von E_- und E_+ die nachstehende Anzahl von negativen, resp. positiven Jonen in einem Cubic-Centimeter Luft.

		Negative Jonen.	Positive Jonen.
	In Obrutschewo.		
9. Januar	4^h18^m— 4^h27^m p. m.	985	
	4.30 — 4.39 „		1528
10. Januar	11^h22^m—11^h31^m a. m.	1266	
	11.41 —11.50 „		2714
	0.30 — 0.38 p. m.	1322*	
	0.53 — 1. 2 „		2512*
	4. 2 — 4.11 „	3095	
	4.16 — 4.25 „		4120
	In Lomakino.		
11. Januar	3^h58^m— 4^h 8^m p. m.	1166	
	4. 1 — 4.11 „		3097*
	4.15 — 4.25 „		2975
	4.19 — 4.29 „	924*	
12. Januar	7^h55^m— 8^h 5^m a. m.	3397	
	8. 9 — 8.19 „		3035
	9.29 — 9.39 „	2227*	
	9.31 — 9.40 „		2010
	9.54 —10. 3 „		1947*
	9.57 —10. 6 „	1729	

13. Januar	10^h40^m—10^h50^m	a. m.	2199*	
	10.53 —11. 0	„		3477
	10.56 —11. 5	„		3585*
	11. 6 —11.15	„	2392	
14. Januar	9^h18^m— 9^h28^m	a. m.	2146*	
	9.25 — 9.35	„		2754
	9.30 — 9.39	„	3018*	
	9.46 — 9.56	„	1829	
	10.13 —10.22	„		2771*
	10.24 —10.34	„		3920*
	10.51 —11. 1	„	2110	
	11. 4 —11.14	„		5789

Die extremen Werthe betragen hier:

Negative Jonen : 924 und 3397
Positive Jonen : 1528 und 5789

Auf Helgoland fand Herr Lüdeling auf einer Düne 180 negative und 380 positive Jonen. Auf freier See fand Herr Ebert im Mittel 530 negative und 570 positive Jonen. Auf dem Festlande betrug die Zahl in München 1250 negative und 1550 positive Jonen. Die obige Zusammenstellung lehrt, dass im Ssamarkand'schen Gebiet die Anzahl der Jonen viel grösser ist, als in West-Europa.

Die positiven Jonen sind in der Regel überall in grösserer Zahl vorhanden, als die negativen, was auch im Ssamarkand'schen Gebiet der Fall war. Es betrug:

			Die Ueberzahl: der positiven Jonen der negativen Jonen.
9. Januar	4^h18^m—4^h39^m	p. m.	543
10. „	11.22 —0.38	„	1420
	0.30 —1. 2	„	1190
	4. 2 —4.25	„	1025

Ueberzahl der:

		Positiven Jonen.	Negativen Jonen.
11. Januar	3^h58^m— 4^h29^m p. m.	1991	
12. „	7^h55^m— 8^h19^m a. m.		362
	9.29 — 9.40 „		217
	9.54 — 9. 6 „	218	
13. „	10.40 —11.15 „	1236	
14. „	9.18 — 9.39 „	162	
	9.46 —10.22 „	942	
	10.24 — 11. 1 „	810	
	10.51 —11.14 „	3679	

Das Verhältniss q der Anzahl der positiven Jonen zu der Anzahl der negativen Jonen wird nach dem Elster- und Geitel'schen Apparat durch die Relation

$$q = \frac{a_-}{a_+}$$

gegeben, wobei a_- die Zerstreuung der negativen Ladung des Cylinders und a_+ die Zerstreuung bei positiver Ladung bezeichnet. Hat man die Beobachtungen mit dem Ebert'schen Apparat angestellt, so kann man die sogenannte Unipolarität aus der Anzahl der positiven Jonen n_+ und der Anzahl der negativen n_- ableiten, oder was dasselbe ist, aus dem Verhältniss der positiven Electricitätsmenge E_+ zur negativen E_-, wobei nur zu beachten ist, dass in diesem Falle die Vorzeichen in dem Index im entgegengesetzten Sinn benutzt werden. Man hat für den Ebert'schen Apparat

$$q = \frac{n_+}{n_-} = \frac{E_+}{E_-}$$

Nach den oben angeführten Daten findet man folgende Werthe der „Unipolarität".

		$q = \frac{E_+}{E_-}$	$q = \frac{a_-}{a_+}$
9. Januar	2^h29^m— 2^h57^m p. m.		1.85
	3. 3 — 3.26 „		1.67
	4.18 — 4.39 „	1.55	

10. Januar	10^h41^m—11^h 3^m a. m.		1.72
	11.22 —11.50 „	2.14	
	0.30 — 1. 2^m p. m.	1.90	
	4. 2 — 4.25 „	1.33	
11. Januar	3^h31^m— 4^h 2^m p. m.		2.65
	3.58 — 4.25 „	2.56	
	4. 1 — 4.29 „	3.35	
12. Januar	7^h55^m— 8^h19^m a. m.	0.90	
	9.29 —10. 3 „	0.88	
	9.31 — 9.57 „	1.16	
	10.23 —10.55 „		1.27
13. Januar	8^h19^m— 8^h51^m a. m.		1.10
	10. 9 —10.36 „		1.50
	10.40 —11. 5 „	1.63	
	10.53 —11.15 „	1.45	
14. Januar	8^h57^m— 9^h20^m a. m.		2.02
	9.18 —10.22 „	1.28	
	9.25 — 9.56 „	1.51	
	9.30 —10.34 „	1.30	
	10.29 —10.33 „		1.25
	10.51 —11.14 „	2.74	

Von den 24 vorstehenden Werthen q sind nur 2 kleiner als 1 und diese wurden am Morgen von 8 bis 10 Uhr am 12. Januar beobachtet. Die übrigen sind alle grösser als 1. Am 9,10, 12. und 13. Januar findet man ein Fallen des Werthes q nach 11 Uhr und ein Steigen vom Morgen bis 11 Uhr Vormittags. Jedenfalls zeigen alle Beobachtungen, dass die electrischen Verhältnisse im Ssamarkand'schen Gebiet viel veränderlicher sind, als in West-Europa.

Die spezifische Geschwindigkeit der Jonen.

Die Jonengeschwindigkeit wurde mit dem Ebert'schen Apparat № 1607 und dem Mache'schen Vorschaltcondensator bestimmt, wobei der Hilfscondensator von einer Hilfsbatterie eine Ladung von

16 Volt erhielt und zwar gleichen Vorzeichens der Ladung des Hauptcondensators. Die secundliche Fördermenge der Luft betrug in diesem Apparat 1535,1 Cubiccentimeter in der Secunde. Der Isolationsfehler war im Verlauf von 10 Minuten ganz unmerklich. Die Dimensionen des Hilfscondensators betrugen: 1,5 cm. der äusser Radius, 0,25 cm. der innere Radius und 12 cm. die Länge. Mit diesen Werthen erhält man die spezifische Geschwindigkeit u nach der Formel

$$u = 2{,}28 \frac{V_1 - V_2}{V_1} \text{ cm. sec. für 1 Volt/cm. Gefälle.}$$

Hier bedeutet V_1 den Voltverlust beim geerdeten Vorschaltcondensator und V_2 den Voltverlust beim geladenen Vorschaltcondensator. Die Grösse V_2 muss kleiner sein, als V_1.

Da diese Beobachtungen sehr zeitraubend sind und, wie es sich schon bei der ersten Messung herausstellte, wenig Nutzen bringen, so sind nur drei volle Serien mit positiver und negativer Ladung ausgeführt worden. Diese Messungen ergaben nachstehende Werthe des Spannungsverlustes in Volt.

10. Januar.	Hauptcondensator.	Hilfscondensator.	Spannungsverlust.
0^h30^m— 0^h38^m p. m.	+ geladen	geerdet	$V_1 =$ 4.7 Volt.
0.40 — 0.49 „	+ „	+ geladen	$V_2 =$ 3.9 „
0.53 — 1. 2 „	— „	geerdet	$V_1 =$ 8.9 „
1. 3 — 1.12 „	— „	— geladen	$V_2 =$ 9.9 „
12. Januar.			
9^h29^m— 9^h39^m a. m.	+ „	geerdet	$V_1 =$ 7.9 „
9.41 — 9.50 „	+ „	+ geladen	$V_2 =$ 0.6 „
9.54 —10. 3 „	— „	geerdet	$V_1 =$ 7.2 „
10. 5 —10.14 „	— „	— geladen	$V_2 =$ 4.5 „
14. Januar.			
9^h30^m— 9^h39^m a. m.	+ „	geerdet	$V_1 =$ 10.7 „
9.41 — 9.50 „	+ „	+ geladen	$V_2 =$ 6.3 „
10.24 —10.34 „	— „	geerdet	$V_1 =$ 13.9 „
10.35 —10.44 „	— „	— geladen	$V_2 =$ 16.7 „

Berechnet man hieraus die Differenz $(V_1 - V_2) : V_1$ so findet man die nachstehenden Werthe:

10.	Januar,	+	Ladung,	$\frac{V_1 - V_2}{V_1}$	$= + 0.17$
10.	„	—	„	„	$= - 0.11$
12.	„	+	„	„	$= + 0.92$
12.	„	—	„	„	$= + 0.38$
14.	„	+	„	„	$= + 0.41$
14.	„	—	„	„	$= - 0.20$

Von den Werthen $\frac{V_1 - V_2}{V_1}$ sind zwei negativ, was natürlich bei normalen Bedingungen nicht vorkommen kann. Wenn der Hilfscondensator keine Ladung hat, dann muss der Voltverlust beim Hauptcondensator grösser sein, als im Falle einer gleichnamigen Ladung beider Condensatoren. Demnach muss $V_1 > V_2$ sein und der Bruch $(V_1 - V_2) : V_1$ darf nicht negativ werden. Ist aber der Werth negativ, so ist diese Methode nicht anwendbar und dieser Fall trat zwei Mal an drei Beobachtungstagen ein. Die Voraussetzung der Methode der Bestimmung der Geschwindigkeit der Jonen kann nicht immer, ja vielleicht gar sehr selten, erfüllt werden und diese Voraussetzung beruht auf der Unveränderlichkeit der Anzahl der Jonen für die ganze Dauer der Messung. Gerade dies konnte für keinen Tag vorausgesetzt werden und da kein stationärer Zustand stattfand, so haben auch die andern Serien, ungeachtet des positiven Vorzeichens der Differenz $V_1 - V_2$, kaum einen reellen Werth.

Am 10. Januar wurde beim negativ geladenen Condensator und geerdeten Vorschaltcondensator von $0^h 53^m$ bis $1^h 2^m$ beobachtet und darauf bei negativer Ladung beider Condensatoren von $1^h 3^m$ bis $1^h 12^m$. An diesem Tage fand man:

vorher, von $0^h 53^m$ bis $1^h 2^m$ $E_+ = 0.854$*
nachher von $4^h 16^m$ „ $4^h 25^m$ $E_+ = 1.402$

Die Zahl der positiven Jonen stieg von 2512 auf 4120 und da ist es klar, dass V_2 grösser wurde, als V_1 und die Bestimmung der Jonen-Geschwindigkeit ward illusorisch.

Ganz dasselbe findet man für den zweiten Fall, am 14. Januar, wo bei negativer Ladung beider Condensatoren von 10^h35^m bis 10^h44^m a. m. beobachtet wurde. Vorher und nachher fand man für negative Ladung, also E_+ und für die Anzahl der positiven Jonen folgende Werthe:

Vorher : $E_+ = 1.333^*$ und 3920 positive Jonen
Nachher : $E_+ = 1.970$ „ 5789 „ „

Bei starkem Anwachsen der positiven Jonen muss die Differenz $V_1 - V_2$ bei negativer Ladung abnehmen, kann auf Null heruntergehen und sogar negativ werden, ohne dass die Jonenbeweglichkeit sich ändert. Wenn das aber der Fall ist, so kann auch ein positiver Werth $V_1 - V_2$ ebenso unrichtig sein und kann viel zu gross ausfallen, wie es wahrscheinlich am 12. Januar mit der positiven Ladung von 9^h41^m bis 9^h50^m geschehen ist. Es ergab sich:

Vorher : $E_- = 0.757^*$ und 2227 negative Jonen
Nachher : $E_- = 0.588$ „ 1729 „ „

Offenbar war in diesem Falle $\frac{V_1 - V_2}{V_1} = \frac{7.3}{7.9}$ nicht nur deshalb so gross, dass beim positiv geladenen Hilfscondensator viele negative Jonen neutralisiert wurden, aber, und vielleicht in viel höherem Maasse, deshalb, dass die Zahl der negativen Jonen ohnehin in der Abnahme begriffen war.

Wenn die Aenderungen der Jonenzahl gleichmässig und stetig vor sich gingen, dann könnte man sich mit der Combination

	Hauptcondensator.	Hilfscondensator.
I :	± geladen	geerdet
II :	± „	± geladen
III :	± „	geerdet

durch Mittelbildung aus I und III behelfen; da aber im kontinentalen Klima, wenigstens im Winter, in electrischer Beziehung, selten günstige Tage vorkommen, so kann die Methode mit wech-

selnden Beobachtungs-Bedingungen keine einwandfreien Resultate ergeben.

Aus den Werthen mit positiven Brüchen $(V_1 - V_2) : V_1$ lassen sich nach der Formel

$$w = 2{,}28\,(V_1 - V_2) : V_1$$

folgende spezifische Wanderungsgeschwindigkeiten ableiten:

10	Januar:	+	Ladung	w = 0.39
12	„	+	„	w = 2.11
12	„	—	„	w = 0.87
14	„	+	„	w = 0.94.

Eine Mittelbildung aus den vorstehenden Werthen verbietet sich von selbst.

Durch das negative Vorzeichen der Differenz $V_1 - V_2$ werden die extremen Werthe nach der einen Seite so zu sagen von selbst ausgeschlossen, während nicht minder extreme Werthe nach der andern Seite nicht ausgeschlossen werden, da sie nur einen allzugrossen Werth annehmen, ohne sonst aufzufallen. Mithin werden die Mittelwerthe aus Einzelnwerthen gebildet, die ihre zu kleinen Glieder verloren und die zu grossen behalten haben und daher werden die Mittelwerthe viel zu hoch ausfallen.

Im Uebrigen sind die vorstehenden Werthe mit denen vergleichbar, die in West-Europa beobachtet wurden. Aus meinen Beobachtungen kann ich aber gar keinen Schluss auf die Jonenbeweglichkeit bei der Sonnenfinsternis ziehen und mir scheint, dass der von den Herren Elster und Geitel gezogene Schluss in Bezug auf die Verminderung der Jonnenbeweglichkeit innerhalb des Mondschattens doch nicht ganz sicher gestellt ist, selbst nicht nach den Beobachtungen dieser Herren (Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, Vol. XI, № 1, 1906, March, Seite 28, und Physikalische Zeitschrift, VII Jahrg., Seite 498). Die Grösse 0,11 wird nur bei der Combination „Reihe B unverändert“ erhalten, bei der andern Combination „Reihe A unverändert“ sieht das Resultat wesentlich anders aus und nach meinem Dafürhalten ist die Verschiedenheit der beiden Combinationen ein Hinweis darauf, dass auch bei den

Herren Elster und Geitel die Variationen der Anzahl der Jonen sehr wesentlich das Resultat beeinflussen.

Radioactivität.

Zur Bestimmung der radioactiven Emanation diente blanker Kupferdraht von 0,46 mm Dicke in Stücken von je 30 Meter Länge. In der Krim im Jahre 1905 musste ich einen und denselben Draht zuweilen ein Mal in zwei Tagen benutzen und Versuche hatten ergeben, dass ein nicht abgeputzter Draht selbst am andern Tage deutliche Spuren von radioactiver Emanation zeigte (ob von Thorium oder nicht, das ist nicht festgestellt). Um in dieser Beziehung unabhängig zu sein, hatte ich zehn Stücke von je 30 Meter Länge auf numerierten Rollen mitgenommen. Der Draht wurde mittelst Elster und Geitel'schen Isolatoren auf drei eisernen krumstabförmigen Stangen so aufgestellt, dass je ein Stab an jedem Ende und ein Stab in der Mitte lag. Diese Stangen waren unten angespitzt und liessen sich leicht bis zu einer gewissen Tiefe in den Lössboden eintreiben. In der Mitte der beiden von dem Draht gebildeten Kettenlinien stand der Draht ungefähr 50 cm. über dem Boden, an den beiden Enden und in der Mitte $1^1/_2$ Meter. Wie alle Apparate mit dem nöthigen Zubehör, so waren auch die eisernen Stangen in doppelter Zahl mitgenommen worden. Zum Verpacken waren sie in der Mitte auseinanderzuschrauben. Obgleich die Stangen fest im Erdboden sassen, so wurde doch einer derselben vom Sturm am 10. Januar in Obrutschewo niedergeworfen, wobei der Isolator zerbrach. Ich hatte 9 Isolatoren mitgenommen und daher war Ersatz genug. Die Beobachtungs-Serie war aber unbrauchbar geworden.

Zur Ladung des Drahtes hatte ich zwei Hochspannungs-Batterien von Günther & Tegetmeyer № 1621 und № 1622 und zur Bestimmung der Ladung zwei Hochspannungs-Electrometer derselben Firma № 1579 und № 1580 mitgenommen. Die Hochspannungs-Batterien ergaben ohne Draht:

vor der Reise, in Moskau bei Zimmertemperatur

№ 1621 : 1744 Volt
№ 1622 : 2368 „

nach der Reise

№ 1621 : 1618 Volt
№ 1622 : 2170 „

Zur Bestimmung der Grösse der Emanation wurde der exponierte Draht auf ein Drahtnetz aufgewickelt und mit dem Drahtnetz in das Gehäuse des Elster und Geitel'schen Apparates gesteckt. Das Gehäuse wurde unten durch einen entsprechenden Deckel verschlossen.

Mehrfache Versuche täglich ein oder zwei Mal die radioactive Emanation zu bestimmen missglückten in Obrutschowo in Folge der starken Winde, und in Lomakino der Niederschläge wegen. Im Ganzen gelang es mir nur drei brauchbare Serien zu Ende zu bringen, wobei auch diese nicht zu meiner Zufriedenheit ausfielen, weil die Ladungsbatterie durch starke Zerstreuung nur geringe Ladungen ergab. Der Draht hat eine Oberfläche von ca. 433 Quadrat-Centimeter und verliert nicht wenig durch Zerstreuung.

Am 10. Januar in Obrutschewo erhielt ich die erste Serie, doch die Expositionszeit musste in Folge der einbrechenden Dunkelheit auf 1 Stunde 10 Minuten abgekürzt werden. Der Boden war theilweise mit Schnee oder Eis bedeckt, theilweise aber nicht gefroren.— Nachdem der Draht um 3^h33^m p. m. mit der Batterie № 1622 verbunden worden war, zeigte das Hochspannungs-Electrometer № 1580 eine Ladung von 500 Volt und drei Minuten später sogar nur 475 Volt. Die andere Batterie № 1621 ohne Auffange-Draht zeigte zu derselben Zeit am Electrometer № 1579

um 3^h33^m : 636 Volt
36 : 1068 „
41 : 1228 „

Als hierauf der Auffange-Draht mit dieser Batterie № 1621 verbunden wurde, zeigte sie

um 3^h50^m : 467 Volt
„ 3.58 : 483 „

und die Ladung blieb constant auf 483 Volt bis zum Ende der

Exposition. Inzwischen wurde die andere Batterie № 1622 vom Auffangedraht abgelöst und nun zeigte sie

um 3^h48^m : 950 Volt
„ 3.58 : 1480 „

und bei diesem Betrage verharrte sie über eine Stunde. Man sieht, wie sehr die Ladung herunterging, sobald der Draht mit dem negativen Pol der Batterie verbunden wurde.

Nachdem der Draht um 4^h43^m aufgewickelt wurde, musste die Prüfung bis zu 5^h28^m, also 45 Minuten nach Abbruch der Exposition, aufgeschoben werden, weil es für Beobachtungen im Freien zu dunkel geworden war und die Prüfung im Waggon ausgeführt wurde. Zu dem Zwecke musste ich meine Instrumente erst einpacken und im Waggon wieder auspacken und aufstellen, wodurch der exponierte Draht nicht gleich untersucht werden konnte, und die Untersuchung erst 57 Minuten nach beendeter Exposition abgeschlossen wurde. Nach meinen Untersuchungen in der Krim verlor die radioactive Emanation in der ersten Stunde 54% des Anfangswerthes; somit kann man hier voraussetzen, dass bei der Prüfung nur noch etwa 46% vorhanden waren. Die Messung ergab nach der Formel auf Seite 506 pro Minute:

$$a_+ = 9.68\%$$
$$a_- = 6.74$$
$$\text{Im Mittel: } = 8.21$$

Der Anfangswerth würde ungefähr betragen:

$$a = 17{,}9\% \quad \text{(10. Januar 1907.)}$$

Die zweite Serie wurde in Lomakino am 12. Januar 1907 ausgeführt. Der Boden war nicht gefroren. Stellenweise lag etwas Schnee. Kahler Lössboden war gar nicht vertreten, da überall niedriger Rasen war. Der Auffange-Draht wurde von 9^h12 m bis 11^h12 m mit dem negativen Pol der Batterie № 1621 verbunden, die anfangs die Ladung 483 Volt gab; die Letztere fiel aber allmählich in einer Stunde auf 323 Volt und verharrte bei diesem Stande. Drei

Minuten nach Aufwickelung des Drahtes begann die Messung, welche folgende Werthe in Procenten ergab:

$$a_+ = 8.77\%$$
$$a_- = 9.86$$
$$\text{Mittel } a = 9.32 \quad (12. \text{ Januar } 1907).$$

Die dritte und letzte Serie wurde am 13. Januar beobachtet. Der Boden war feucht, aber nirgends lag Schnee. Nach dem um 9^h12^m a. m. die Beobachtung begonnen war und die Ladung 323 Volt betrug, musste Alles wieder abgebrochen werden, weil es von 9^h18^m bis 9^h52^m stark regnete. Nach dem Regen wurde Alles wieder von Neuem aufgestellt, und zwar ein neuer Draht und die andere Batterie. Die Exposition dauerte von 10^h2^m bis 12^h2^m und die Ladung betrug 529 Volt; ohne Auffangsdraht zeigte das Electrometer 965 Volt. Die Beobachtung ergab:

$$0^h\ 9^m - 0^h14^m : a_+ = 18.36$$
$$0.16 - 0.21 : a_- = 23.04$$
$$\text{Mittel} : a = 20.70 \ (13. \text{ Januar } 1907).$$

Am Tage der Finsternis konnte wegen Schneefall keine Beobachtung gemacht werden.

Der Werth vom 12. Januar ist auffallend klein. Der schwachen Ladungen wegen mögen wohl alle Werthe kleiner ausgefallen sein, als bei stärkerer Ladung. Dennoch ist der Werth vom 13. Januar verhältnissmässig gross; in der Krim habe ich Werthe erhalten, die zwischen 18,7 und 32,2 lagen [1]) — „Activierungszahlen" nach dem Vorgang der Herren Elster und Geitel lassen sich hier nicht ableiten, da die Ladungstärke in der Activierungszahl nicht enthalten ist, wahrscheinlich aber von nicht geringem Einfluss ist.

---

[1]) Luftelectrische Zerstreuung und Radioactivität in der Höhle Bin-Basch-Choba in der Krim. Bulletin des Naturalistes de Moscou, 1906, № 1 et 2, Seite 200.

Schluss.

Obgleich die Ungust der Witterung die Beobachtungen zur Zeit der Sonnenfinsternis so stark beeinflusst hat, dass man von einer directen Wirkung des Mondschattens nicht reden kann, selbst nicht in dem Falle, wo die Beobachtungen, wie bei E_-, mit den Resultaten anderer Beobachter übereinstimmen mögen, so sind doch meine Beobachtungen dadurch bemerkenswerth, dass sie zeigen, wie sehr die electrischen Verhältnisse im Ssamarkand'schen Gebiet starken Aenderungen unterliegen und in mehrfacher Beziehung die in Europa beobachteten Werthe übertreffen. In Folge starker Aenderungen sind die Beobactungen über die Jonenbeweglichkeit in üblicher Weise von geringem Werth, da sie einen stationären Zustand voraussetzen. Im Uebrigen ist wohl äusserst wünschenswerth, dass in jenen Gegenden, wo ich beobachtete, und im Winter so auffallende Werthe fand, gleiche Beobachtungen im Sommer ausgeführt würden.

Ueber eine neue Edestus-Art aus den Karbon-Ablagerungen der Umgebungen von Kolomna.

Von

A. Missuna.

Mit 4 Abbild. im Text.

Das Fossil, von welchem unten die Rede ist, wurde in den Umgebungen der Kreisstadt Kolomna, Moskauer Gouvernement, in den dort gelegenen Kalkbrüchen, gefunden. Nach den Fossilresten zu urteilen, welche mit ihm zusammen gefunden wurden und unter welchen nebst Psammodus spicularis Traut., Psammodus angustus Rom., Cladodus divergens Traut., Cladodus lamnoides Neub. und Cromyocrinus geminatus Trt. ein typischer Spirifer Mosquensis Trt. zu sehen ist, gehört das Fossil gleich den schon früher beschriebenen russischen Edestus-Arten der Moskauer Stufe des oberen Karbons an.

Das Fossil stellt ein einziges Zahnsegment dar. Die gradliniege, nach unten zu gekielte Basis trägt an einem allmälig dünner und niedriger werdenden Ende einen dreieckigen Zahn. Auf der Oberkante der Basis ist eine tiefe Rinne, welche zur Aufnahme des nächstfolgenden Segments bestimmt war, zu sehen. An ihrem offenen Ende hat die Basis die Form eines Dreieckes mit nach unten gerichtetem Scheitel. Die Oberfläche der Basis ist rauh, wie schagriniert; die feinen, bräunlich gefärbten Körnchen bilden mit der Substanz der Basis ein Ganzes und haben mit den Placoidschuppen als selbständigen Hautbildungen nichts gemein. Der von Email bekleidete Zahn ist an den Seiten stark zusammengedrückt und hat die Form eines beinahe gleichschenkligen Dreiecks mit scharf gezähnelten Rändern und einem Scheitelwinkel von ungefähr 74°.

Der Zahn ist beiderseits von den vom Scheitel radial ausgehenden Strichen bedeckt. Der untere Emailrand bildet mit der Unterkante der Basis einen Winkel von ungefähr 21°. Der innere Rand des Zahns trägt 10 stumpf dreieckigen an der Basis mit einem kleinen Zähnchen beiderseits versehenen secundären Zähne. Der Aussenrand hat 12 Zähne von romboidaler Form, welche ebenfalls nicht weit vom Scheitel je ein kleines Zähnchen tragen. Der Aussenrand einiger Zähnchen trägt ausserdem noch 1 bis 2 feine Einkerbungen, weswegen die Zähnchen assymetrisch werden. Auf der einen seiner Seiten trägt der Zahn eine zweite Zähnchenreihe, weshalb das ganze Segment assymetrisch wird. Diese innere Zähnchenreihe fängt an der Basis des fünften, vom Scheitel aus gerechnet, Zähnchens der Aussenreihe an mit schräg laufenden allmälig an Grösse zunehmenden Zähnchen. Gegenüber der Basis des siebenten Zähnchens der Aussenreihe macht die innere Zähnchenreihe unter einem stumpfen Winkel eine Biegung, so dass die drei grossen die Reihe schliessenden Zähne dieser Reihe mit dem Aussenrande des Zahns parallel laufen. Von dem zweiten Zähnchen der inneren Zähnchenreihe, von unten ausgerechnet, zieht sich in senkrechter Richtung zu dieser eine neue aus drei Zähnchen zusammengesetze Zahnreihe hin. Der innere stark verlängerte Rand des letzten Zahns dieser Reihe ist feingezähnelt und bildet den Abschluss dieser Reihe.

Fig. 1. Edestus Karpinskii. nov. sp., natürliche Grösse.

Dimensionen.

Länge des Segments	14	cm.
Höhe des Segments an dem offenen Ende der Basis	3	„
Dicke des Segments an dem offenen Ende d. B. .	1,5	„
Tiefe der Rinne an dem offenen Ende der Basis	2	„
Höhe des Zahns	2,2	„
Breite des Zahns	2,4	„
Dicke des Zahns an der Basis	1,2	„
Länge des äusseren Zahnrandes	1,6	„
„ des inneren Zahnrandes	1,4	„
Zahl der secundären Zähnchen an dem äusseren Zahnrande	12	
Zahl der secundären Zähnchen an dem inneren Zahnrande	10	
Scheitelwinkel des Zahns	74°	
∠ BDH, gebildet von der den Scheitelwinkel halbierenden Linie BD mit dem Unterrande des Email	90°	
∠ BCE, gebildet von dem äusseren Zahnrande mit der Unterkante der Basis	76°	
∠ FHE, gebildet von dem Unterrande des Email mit der Unterkante der Basis	21°	
Länge des unteren Randes des Email	4	cm.
Abstand der inneren Zahnreihe von dem äusseren Rande des Zahns	0,4	„
Abstand der horizontalen Zahnreihe von dem Scheitel des Zahns	1,6	„

Es sind bis jetzt aus den Karbonablagerungen von Rusland zwei Edestus-Arten beschrieben worden, alle beide aus den Kalkbrüchen von Miatschkowo. Der von Karpinski [1]) beschriebene Edestus minor weicht von der Form von Kolomna durch viel kleinere Dimensionen,

---

[1]) „Ueber die Reste von Edestiden und die neue Gattung Helicoprion". Mém. de l'Acad. Imp. des Scien. de St.-Pétersbourg. Scr. 8. Vol. VIII, № 7, Seite 12, Fig. 15.

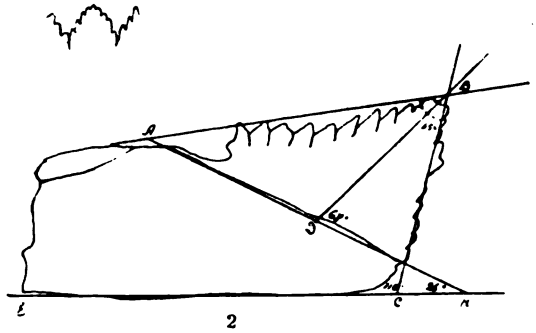
einen stark nach vorne geneigten, ovalen Zahn mit parallelen Rändern und durch die nach vorne über den äusseren Zahnrand vorragende Basis ab. Viel näher steht unsere Form dem von Trautschold [1]) beschriebenen Edestus protopirata, weist jedoch in der äusseren Form und in der Beschaffenheit der Zahnrändern nicht geringe Unterschiede auf. Bei Ed. protopirata (Fig. 2) bildet der äussere Zahnrand mit der Unterkante der Basis einen Winkel von 110°; in Folge dessen ist der Zahnscheitel stark nach vorne geneigt und die von demselben auf die Basis gefällte Lothlinie kommt ausserhalb derselben zu liegen. Bei der Form aus Kolomna ist der oben genannte Winkel ungefähr 76°, die vom demselben gefällte Lothlinie fällt auf die Basis in einiger Entfernung von ihrem Ende. Bei Ed. protopirata ist der innere concave Zahnrand länger als der äussere; das Verhältniss zwischen den Längen der beiden beträgt $^{14}/_{11}$, ist folglich grösser als die Einheit, und der Scheitelwinkel beträgt 65°. Bei der Form von Kolomna beträgt dieser Winkel 74° und das Verhältniss zwischen dem kürzeren inneren Rande und dem etwas längeren äusseren beträgt $^{7}/_{8}$ und ist kleiner als die Einheit. Der Winkel, welcher von der den Scheitelwinkel halbierenden Linie mit dem Unterrande des Email gebildet wird, beträgt bei Ed. protopirata 68°; bei meiner Form hat er die viel beträgtlichere Grösse von 90°. Die secundären Zähnchen sind bei Ed. protopirata (Fig. 2a) stumpf dreieckig und tragen beiderseits 6—7 Einkerbungen. Die Zahnränder sind bei unserer Form (Fig. 4) ebenfalls doppeltgezähnt, jedoch hat die Beschaffenheit des Zahnrandes einen ganz anderen Charakter, wie es aus der Beschreibung oben und der Vergleichungstabelle zu sehen ist. Was den Charakter der secundären Zähnchen anbetrifft, so steht unsere Form dem von Newton [2]) beschriebenen Ed. trisseratus nahe. Die äussere Form der Zahnsegmente ist aber bei beiden Arten eine ganz verschiedene; die Art aus England ist in dieser Beziehung dem Ed. minor sehr ähnlich. Von den aussereuropaischen Edestus-Arten steht

---

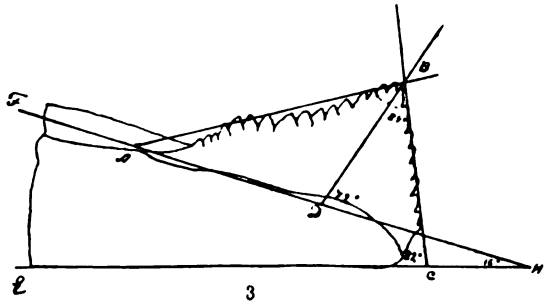
[1]) „Die Kalkbrüche von Miatschkowo". Nouv. Mém. de la Soc. Imp. de Natur. de Moscou. Vol. XIV, Lif. 1, S. 49, Fig. 8.

„Ueber Edestus und einige andere Fischreste des Moskauer Bergkalks". Bull. de la Soc. Imp. de Natur. de Moscou. 1883, № 3, Seite 160, Taf. 1, Fig. 1—2.

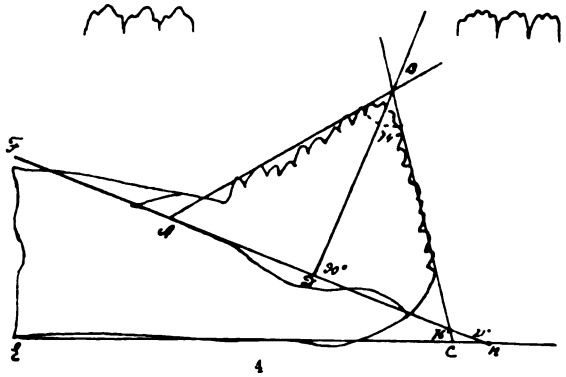
[2]) „On the Occurence of Edestus in the Coal-Mesures of Britain". Quart. Journ. of the Geol. Soc. Vol. LX, p. 1, Pl. I.



2



3



4

Fig. 2. Edestus protopirata Traut., nätürliche Grösse Schematisiert. Nach Trautschold.

Fig. 3. Edestus Heinrichi Newb. Schematisiert, natürliche Grösse. Nach Newberry.

Fig. 4. Edestus Karpinskii, natürliche Grösse. Schematisiert.

unsere Form in der äusseren Form Ed. Heinrichi New. [1]) am nächsten. Ueber die Beschaffenheit der secundären Zähnchen von Ed. Heinrichi weiss ich leider nichts zu sagen, da ich nicht die Gelegenheit gehabt habe mich mit der Originalarbeit von Newberry bekannt zu machen, wenn aber dieselbe unserer Form ähnlich sein sollte, so wäre wahrscheinlich die letzte in die Art Ed. Heinrichi einzustellen sein. Ed. Heinrichi (Fig. 3) nimmt eine Mittelstellung zwischen Ed. protopirata und der Form von Kolomna, wie es aus der Zusammenstellung dieser drei Arten auf der beigelegten Vergleichungstabelle zu sehen ist. A. P. Karpinski [2]) hat die Meinung ausgesprochen, dass Ed. protopirata wohl dem E. Heinrichi einzuverleiben wäre. Der von Newberry [3]) abgebildete Einzelnsegment des Ed. Heinrichi scheint in der That Ed. protopirata sehr ähnlich zu sein. Die unbedeutenden Unterschiede in der äusseren Form der Zähne wären wahrscheinlich den individuellen Abweichungen zuzuschreiben sein. Aenderungen in gewissen Grenzen können wohl auftreten von dem Alter des Zahns und der Stellung desselben im Zahnbogen abhängend. Da wir jedoch freie nicht zusammengewachsene Segmente mit einander vergleichen, so sind wir berechtigt zu schliessen, dass wir es mit beinahe gleichalterigen Zahnsegmenten zu thun haben. Wenn Ed. Heinrichi in der Beschaffenheit des Zahnrandes unserer Form ähnlich sein sollte, so würde er in die Art Ed. protopirata sehr wenig passen. Das sind Gründe, weshalb ich für richtig halte für beide in der Rede stehenden Arten die für sie aufgestellten Artenbezeichnungen, bis wir nichts Näheres über das Tier selbst wissen, zu behalten. Die Form von Kolomna unterscheidet sich weiter von Ed. protopirata und Ed. Heinrichi ebenso wie von all' den bis jetzt beschriebenen Edestiden durch das Auftreten einer zweiten inneren Zähnchenreihe. Die Frage steht offen ob wir es hier mit einer Anomalie oder mit einem neuen Artenmerkmal zu thun haben, in dem Auftreten aber dieses Merkmales nebst den Abweichungen in der äusseren

---

1) „Descriptions of Fossil Vertebrates". Geological Surwey of Illinois. Vol. IV, Pl. II. Paleontology, 1870, p. 1, F. 2.

2) l. c., стр. 15.

3) „On the Structure and Relations of Edestus". Annales of the N.-Y. Akad. of Sciences V. IV, dasselbe in „Paleozoic Fisches in North America". Monographs of the U. S. Geol. Survey. Vol. XVI, 1889, Pl. XXXIX, Fig. 2b.

Form und Art der Bezahnung finde ich Grund genug um die Form von Kolomna als eine selbständige Art zu betrachten, für welche ich zu Ehren des Akademikers A. P. Karpinskii, des Forschers der russischen Edestiden, den Namen Edestus Karpinski vorschlage.

(Das Original der beschriebenen Art wird in dem geologischen Kabinet der Frauen-Hochschule in Moskau aufbewahrt.)

Матеріалы для минералогіи Крыма.

С. П. Попова.

VII [1]).

Минералы Аюдага.

Гора Аюдагъ, выдающаяся въ видѣ мыса въ море, верстахъ въ пяти къ сѣверо-востоку отъ Гурзуфа, является изолированнымъ горнымъ массивомъ, отдѣленнымъ отъ главной цѣпи таврическихъ горъ сравнительно низкимъ промежуткомъ. Столь же обособленъ Аюдагъ въ геологическомъ отношеніи, — сложенный изъ кристаллическихъ породъ, онъ рѣзко отдѣляется отъ окружающихъ его съ сѣвера и запада глинистыхъ сланцевъ; съ востока и юга онъ омывается моремъ. Простираясь на двѣ версты въ длину и немногимъ менѣе въ ширину, въ сѣверо-восточной широкой части Аюдагъ является однимъ изъ наиболѣе крупныхъ выходовъ эруптивныхъ породъ въ Крыму. Петрографически онъ весьма слабо изученъ; Лагоріо, главный изслѣдователь массивно-кристаллическихъ породъ Крыма, сближаетъ его породы съ породами сосѣднихъ Кастели, Ураги, Чамлы-Буруна и опредѣляетъ въ своей послѣдней работѣ какъ „diorite quartzifère“ [2]) въ видѣ нѣсколькихъ видоизмѣненій; составныя части породы — авгитъ, плагіоклазъ, кварцъ, магнетитъ [3]). Сходное микроскопическое описаніе даетъ Чермакъ, называющій породу діабазомъ [4]). Можно думать, что

---

[1]) См. Bull. Soc. Nat. Mosc. 1906. № 1—2. 180.

[2]) *Lagorio.* Guide des excursions du VII congrès géol. inter. XXXIII. 8. *Его же.* Варш. Ун. Изв. 1887. № 6. 24.

[3]) Варшав. Унив. Изв., l. c. 32.

[4]) *Tschermack.* Minor. Mittheil. W. 1875. 132. Статья Чермака, помѣщенная въ двухъ номерахъ журнала, носитъ заглавіе „Felsarten des Kaukasus“,

болѣе подробныя петрографическія изслѣдованія дадутъ большее разнообразіе породъ, чѣмъ до сихъ поръ указывалось. Склоны горы, за исключеніемъ нѣкоторыхъ частей на востокѣ, весьма круты, часто отвѣсны, вершина поросла лѣсомъ. Съ восточнаго и южнаго склона спускается цѣлый рядъ осыпей, состоящихъ большею частью изъ крупныхъ обломковъ. Изъ такихъ же крупныхъ, лишь окатанныхъ, обломковъ состоитъ частью берегъ моря на Аюдагѣ, частью же онъ образуетъ отвѣсный обрывъ. Крупныхъ каменоломенъ нѣтъ, имѣются временныя небольшія, разрабатывающія обломочный матеріалъ. При такихъ условіяхъ производить минералогическія изысканія приходится главнымъ образомъ именно въ этихъ массахъ обломочнаго матеріала.

Число отдѣльныхъ минеральныхъ видовъ, встрѣчающихся на Аюдагѣ не въ микроскопическомъ состояніи не велико; можно констатировать пока: 1) пиритъ, 2) пирротинъ, 3) сфалеритъ, 4) кварцъ, 5) лимонитъ, 6) пренитъ, 7) турмалинъ, 8) кальцитъ. Изъ сѣрнистыхъ минераловъ мной найдено три: 1) *пиритъ*, 2) *пирротинъ* и 3) *цинковая обманка*.

Пиритъ является въ видѣ прекрасно образованныхъ кристалловъ, всегда кубовъ, заключенныхъ непосредственно въ основной породѣ, откуда они довольно легко выбиваются, оставляя гладкія плоскости на мѣстѣ соприкосновенія. Такой способъ нахожденія указываетъ на непосредственное выдѣленіе этихъ кристалловъ при застываніи расплавленной магмы. Кристаллы большею частью крупны,— длина ребра до 1 сент.; разсѣяны рѣдко и довольно равномѣрно въ породѣ, въ тѣхъ частяхъ ея, гдѣ они встрѣчаются. Находятся преимущественно въ осыпяхъ южной части Аюдага, также въ валунахъ морского берега.

Другимъ мѣстомъ нахожденія пирита являются глинистые сланцы, прилегающіе къ Аюдагу. Эти глинистые сланцы носятъ слѣды сильной метаморфизаціи,—являются сильно уплотненными, зна-

---

хотя въ цитируемомъ номерѣ трактуется о породахъ *исключительно* изъ разныхъ мѣстъ Крыма. Между тѣмъ, данныя Чермака переходятъ въ другія изданія, какъ относящіяся къ кавказскимъ минераламъ и породамъ. Такъ, у Hinze во II т. Handb. d. Min., стр. 1399 помѣщены, взятыя у Чермака, мѣсторожденія полевого шпата на Кавказѣ („von Petrovsk u. Mamak... von Kikineis"). Эти мѣста — крымскія деревни Симферопольскаго (Петровскъ и Мамакъ) и Ялтинскаго (Кикинеизъ) уѣздовъ.

чительно утерявшими сланцеватость, мѣстами окремненными (на восточной сторонѣ) [1]), мѣстами сильно пропитанными пиритомъ, что имѣетъ мѣсто на южномъ склонѣ, у морского берега, гдѣ обрывки почти смытыхъ сланцевъ еще лѣпятся въ тѣхъ мѣстахъ горы, гдѣ берегъ начинаетъ дѣлаться непроходимымъ. Здѣсь пиритъ встрѣчается въ видѣ мелкихъ кубическихъ кристалловъ, мѣстами переходящихъ въ сплошныя прослойки въ сильно измѣненномъ уплотненномъ сланцѣ.

Уд. вѣсъ пирита (изъ діорита) опредѣленный помощью пикнометра 4.623 при 19,6° С. Плоскости кристалловъ не носятъ штриховки.

Процессъ превращенія пирита идетъ двумя путями: чаще всего имѣетъ мѣсто превращеніе въ гидраты окиси желѣза съ бо́льшимъ или меньшимъ сохраненіемъ формы кристалла, такъ что получаются настоящія псевдоморфозы гидратовъ желѣза (*лимонита* и др.) по пириту. Окружающая порода при этомъ претерпѣваетъ мало измѣненій. Такой процессъ особенно распространенъ въ частяхъ горы близкихъ къ морю.

Въ другихъ случаяхъ образованія гидратовъ желѣза не наблюдается, кристаллъ обращается въ рыхлую смѣсь, состоящую изъ порошка неизмѣненнаго пирита, съ мелкими частицами силикатовъ и кварца изъ окружающей породы и, иногда, осколковъ гипса. При этомъ вся окружающая порода оказывается сильно разрушенной. Очевидно, здѣсь имѣло мѣсто окисленіе пирита въ сѣрнокислыя соли, унесенныя водой, и сѣрную кислоту, оказавшую разрушающее вліяніе на заключавшую пиритъ породу.

Кристалловъ самородной сѣры, образованія которыхъ при этихъ процессахъ можно было ожидать, замѣчено не было.

Пирротинъ встрѣчается въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ и пиритъ. Онъ является большею частью въ видѣ вещества, какъ бы пропитывающаго нѣкоторые участки основной породы (діорита), не показывая ясныхъ кристалловъ. Однако иногда встрѣчаются и кристаллы этого минерала. Особенно много ихъ было найдено въ кускѣ породы, бѣдномъ темными составными частями и богатомъ кварцемъ, выдѣлившимся мѣстами въ маленькихъ пустотахъ въ видѣ друзъ. Кристаллы пирротина мелки и очень плотно сидятъ

---

[1]) На что указываетъ и *Лагоріо*. Варш. Ун. Изв., I. с. 39.

въ породѣ. Выдѣлить ихъ цѣликомъ не удалось. Для опредѣленія формы пришлось прибѣгнуть къ выщелачиванію вещества пирротина обработкой соляной кислотой и изслѣдованію слѣпка изъ Вудова металла съ полости, оставшейся на мѣстѣ растворенного кристалла. Оказалась констатированной комбинація гексагональной призмы и базопинакоида—обычныхъ для магнитнаго колчедана формъ. Встрѣчаются ли и пирамиды, точно выяснить не удалось. Качественная проба на никкель посредствомъ весьма чувствительной реакціи Чугаева [1]) дала отрицательные результаты. Магнитность слабая, но ясная.

Послѣдній сѣрнистый минералъ Аюдага — *цинковая обманка* имѣетъ совсѣмъ другой генезисъ. Она встрѣчается въ видѣ небольшихъ пленокъ въ весьма маленькихъ трещинахъ господствующей породы (діорита), въ которыхъ всегда сопровождается прозрачнымъ *кальцитомъ*. Трещины эти весьма тонки, ихъ можно замѣтить обыкновенно лишь по тому, что обломки діорита при ударѣ раскалываются по нимъ. Очевидно, здѣсь имѣло мѣсто выдѣленіе изъ растворовъ, циркулировавшихъ по этимъ трещинамъ, т.-е. жильный процессъ, но трещинки эти, ничтожныя по размѣрамъ, сами не могутъ играть роль жилъ, вещества которыхъ были бы принесены изъ большихъ глубинъ и независимы отъ окружающей породы. Для объясненія нахожденія здѣсь цинка должно допустить, или что эти прожилки находятся въ связи съ какой-либо не открытой жилой, быть можетъ даже не достигающей поверхности, или что основныя породы Аюдага содержатъ въ себѣ незначительныя количества цинка, откуда онъ извлекается и вновь отлагается въ видѣ ZnS циркулирующими по трещинамъ растворами. Для выясненія вопроса надо бы произвести изысканія со средствами болѣе могущественными, чѣмъ геологическій молотокъ. Встрѣчается цинковая обманка здѣсь лишь въ сплошныхъ пленкахъ, кристалловъ нѣтъ; блескъ металлическій, качественная проба показала лишь присутствіе желѣза; кадмія и мѣди не найдено.

Перехожу къ минераламъ, относящимся къ другимъ группамъ.

Изъ безводныхъ окисловъ найденъ лишь *кварцъ*, встрѣчающійся въ

---

[1]) *Чугаевъ*. Изслѣдованія въ области комплексныхъ соединеній. М. 1906, стр. 63 и сл.

видѣ мелкихъ кристалловъ въ трещинахъ и небольшихъ пустоткахъ главной породы. Кристаллы представляютъ обычную комбинацію призмы и обоихъ ромбоэдровъ. Иногда встрѣчаются и площадки {$\bar{1}\bar{1}21$}, слѣдовательно кристаллы являются лѣвыми. Мѣстами кристаллы водяно-прозрачны, мѣстами желтоваты. Въ гораздо большемъ количествѣ друзы кварца встрѣчаются въ прилегающихъ сланцахъ.

Вмѣстѣ съ кристаллами кварца въ трещинѣ одного обломка діорита былъ найденъ *пренитъ* [1]). Онъ образуетъ небольшія корки и сноповидныя почки на поверхности породы. Правильно образованныхъ кристалловъ не найдено. Уд. вѣсъ опр. помощью жидкости Тулэ 2,86 при 20°8 С.

Весьма любопытно нахожденіе на Аюдагѣ другого силиката— *турмалина* (*шерла*). Турмалинъ встрѣчается главнымъ образомъ на сѣверо-восточномъ склонѣ Аюдага, обращенномъ къ материку, гдѣ къ кристаллическому массиву прилегаютъ, и отчасти на него подымаются, весьма сильно измѣненные и уплотненные сланцы, обогащенные кремнеземомъ и мѣстами слюдой. На эту метаморфизацію обратилъ вниманіе и Лагоріо, по словамъ котораго, „это— одно изъ немногихъ мѣстъ въ Крыму, гдѣ замѣтно воздѣйствіе метаморфическаго свойства силикатовой породы на осадочную“ [2]). Нахожденіе здѣсь турмалина вполнѣ подтверждаетъ существованіе такой контактовой зоны вокругъ Аюдага. Въ одной изъ розсыпей южнаго, почти противоположнаго склона Аюдага мной также найденъ былъ турмалинъ на обломкѣ, состоящемъ изъ кусочковъ сильно измѣненной кристаллической породы, повидимому того же діорита, сцементированныхъ частью разными глинистыми веществами, частью самимъ турмалиномъ. Эта находка указываетъ на существованіе контактовой зоны и съ другой стороны Аюдага, гдѣ нынѣ она уничтожена денудаціонными процессами.

Кристаллы турмалина весьма мелки, темнаго желто-зеленаго цвѣта. Измѣреніемъ удалось констатировать только существованіе гексагональной призмы, углы которой измѣримы благодаря сильной вытянутости кристалловъ по оси Z. Кристаллы большею частью

---

[1]) Найденъ во время экскурсіи А. П. Иванова и моей въ 1905 г. См. Отчетъ И. Моск. Об. испытателей природы за 1905 г.

[2]) *Лагоріо*. Варшав. Унив. Извѣстія, 1887. № 6, стр. 39.

являются плотно приросшими по всей своей длинѣ къ породѣ или проникаютъ ее, выполняя мельчайшія трещины.

Аюдагъ пока является единственнымъ мѣстомъ въ Крыму, въ которомъ найденъ турмалинъ. Въ старыхъ сочиненіяхъ, напр., у Палласа, указывается неоднократно присутствіе „шерла“ въ разныхъ мѣстахъ Крыма — у Балаклавы, Алупки, Аюдага, Кучукъ-Ламбата и др., но здѣсь, повидимому, рѣчь идетъ объ авгитѣ или роговой обманкѣ, которые въ тѣ времена иногда назывались шерломъ. Такъ, всѣ породы Аюдага Палласъ [1]) называетъ „ваккой съ шерломъ“. Аюдагскій турмалинъ является третьимъ боръ-содержащимъ минераломъ въ Крыму [2]).

Etudes sur les minéraux de la Crimée.

Par

S. P. Popoff.

VII.

Les minéraux de l'Aioudagh.

Le massif de l'Aioudagh, une montagne sur la côte sud de la Crimée, est formé par des roches cristallines, principalement par le diorite quartzifère. Les parties Sud et Est du massif plongent vers la mer, du Nord et de l'Ouest, l'Aioudagh est entouré par des schistes argileux, qui sont quelquefois métamorphisés au contact des roches cristallines. L'auteur a observé dans les roches de l'Aioudagh les minéraux suivants: 1) pyrite, 2) pyrrhotite, 3) blende, 4) quartz, 5) limonite, 6) calcite, 7) préhnite, 8) tourmaline. La pyrite se trouve en hexaèdres isolés, disseminés dans la roche même; elle s'est formée probablement pendant le refroidissement du diorite.

---

[1]) *Pallas.* Reise.

[2]) Двумя другими являются датолитъ съ Карадага (этотъ Bull. 1898 г. Прот. № 12, стр. 30 1902 г. № 4, 469) и бура съ керченскихъ сальзъ (Zeit. pr. Geol. 1902. März).

Quelquefois elle se trouve, dans les bandes des schistes argileux métamorphisés. Dans ce dernier cas elle est representée par des agglomérations des petits hexaèdres ou par une petite veine de la pyrite compacte. La pyrrhotite se trouve quelquefois infiltrée dans le massif du diorite; les cristaux sont rares ($\{10\bar{1}0\}$ $\{000\bar{1}\}$). La blende est un produit secondaire; elle se trouve ensemble avec calcite dans les petites fissures de diorite. Les groupes des cristaux du quartz et les mammelons de la préhnite remplissent les petites cavités et fissures de diorite. La tourmaline se forme dans la zone métamorphisée des schistes argileux, comme un enduit des minces cristaux prismatiques sur les murs des petites fissures.

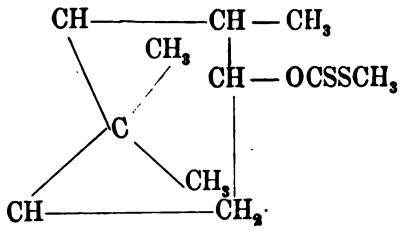
О кристаллической формѣ и оптическихъ свойствахъ метиловаго эѳира пинокамфилксантогеновой кислоты.

Н. И. Сургунова.

Метиловый эѳиръ пинокамфилксантогеновой кислоты [1]) былъ переданъ въ минералогическій кабинетъ Московскаго Университета для изслѣдованія проф. А. А. Чугаевымъ.

Вещество это хорошо растворяется въ бензолѣ, толуолѣ, петролейномъ эѳирѣ, въ метиловомъ и этиловомъ спиртахъ; въ водѣ не растворяется.

Структурная формула вещества слѣдующая:



I.

Кристаллизація вещества.

Кристаллизація производилась по указанію Л. А. Чугаева изъ раствора этиловаго спирта при комнатной температурѣ (13°—18° С).

[1]) Метиловый эѳиръ пинокамфилксантогеновой кислоты полученъ студ. *Б. А. Еше*, погибшимъ отъ шторма во время научной экскурсіи на берегахъ Мурмана (см. „Рус. Вѣд.“, 1905, № 196. Проф. *Л. Чугаевъ*, „Рус. Вѣд.“, 1905, № 205).

Кристаллы этого вещества безцвѣтны, значительно сплющены перпендикулярно къ оси x и нѣсколько вытянуты по направленію оси z. Плоскости {100} обыкновенно покрыты штрихами [1]), идущими параллельно направленію оси z.

Рис. 1 представляетъ проэкцію всѣхъ наблюдавшихся простыхъ формъ: a {100}, b {310}, c {010}, m {101}, p {111}.

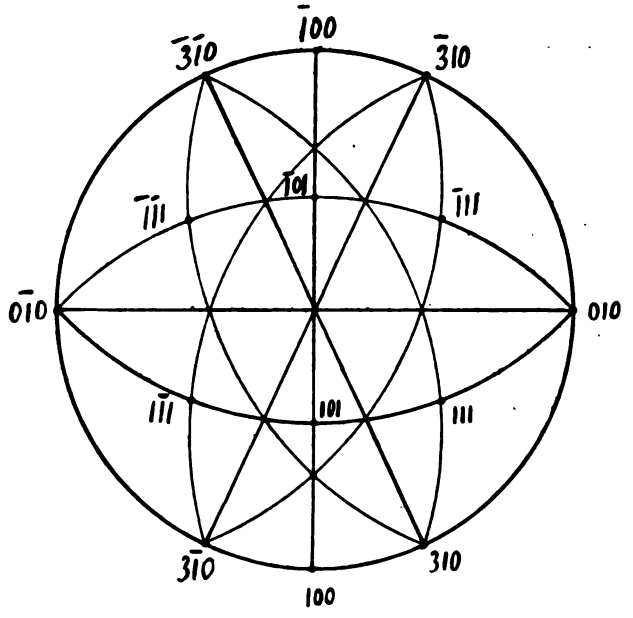


Рис. 1.

Полученные кристаллы ромбической с. представляютъ ясно выраженные 2 типа [2]):

Типъ I. Развиваются всѣ простыя формы:

a {100}, b {310}, c {010}, m {101} и p {111}.

Типъ II. Развиты тѣ же простыя формы, кромѣ

{101}.

---

[1]) Сильная штриховатость кристалловъ по {100} вызвала попытку получить на нихъ явленія скольженія, но многочисленные опыты не привели къ положительнымъ результатамъ.

[2]) *Я. Самойловъ*. Bull. de la Soc. des Nat. de Moscou. 1902, № 1, стр. 142.

Наиболѣе обычнымъ типомъ кристалловъ является типъ II (196 крист.). Типъ I наблюдался всего на 14 кристаллахъ [1]).

Развитіе простыхъ формъ {101} и {111} довольно замѣтно отражается на видѣ [2]) кристалловъ. При отсутствіи простой формы {101} получаются кристаллы, значительно вытянутые по оси *z* и

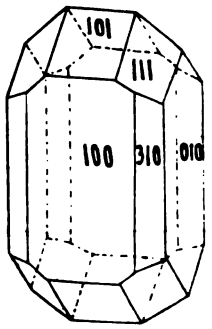


Рис. 2.

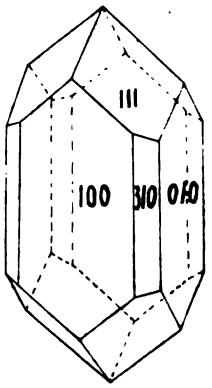


Рис. 3.

дающіе въ горизонтальномъ сѣченіи, параллельно осямъ *z* и *y*, почти квадратъ (рис. 3). Въ случаѣ же развитія простыхъ формъ свойственныхъ I-му типу, получаются пластинчатые кристаллы (рис. 2), сплющенные перпендикулярно къ оси *x*.

---

[1]) Иногда въ кристаллахъ I типа пирамидальныя площадки простой формы {111} развиваются не всѣ восемь, а *четыре* (рис. 4), при чемъ они располагаются такъ, что пріобрѣтаютъ характеръ „*правыхъ сфеноидовъ*“ простой формы {111} (22 крист.); площадки же сотвѣтствующія „*лѣвымъ сфеноидамъ*“ простой формы {$\bar{1}\bar{1}1$} не наблюдались. Фигуры вытравленія не указываютъ на геміэдрію (см. рис. 5). Кромѣ того, наблюдалось нѣсколько кристалловъ, на которыхъ кромѣ четырехъ правыхъ сфеноидальныхъ площадокъ простой формы {111}, были развиты 1 или 2 площадки, соотвѣтствующія лѣвымъ „*сфеноидамъ*“, представляя тѣмъ самымъ типъ промежуточный между полноограннымъ кристалломъ (см. типъ I), и наблюденными кристаллами съ „правыми сфеноидами“. Въ виду этого можно считать это вещество кристаллизующимся въ голоэдріи ромчической с.

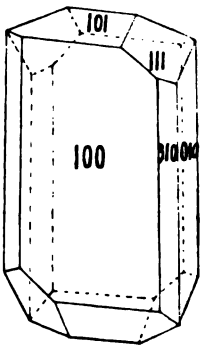


Рис. 4.

[2]) *Л. Ивановъ*. Bull. de la Soc. des Nat^ur. de Moscou, 1902, № 3. Отт., стр. 3.

2.

Кристаллографическія измѣренія.

Измѣренія производились на гоніометрѣ № 2 Фуэсса и указываютъ на принадлежность кристалловъ къ ромбической системѣ (*строеніе* $3\lambda^2 c \,.\, 3P$). Классъ установленъ изученіемъ фигуръ вытравленія.

Отношеніе осей: 1.3747 : 1 : 0.9787.

Таблица измѣреній.

№ 1.

Углы.	Среднее. Mittel.	Колебанія. Minim.—Maxim.	Вычисл. Berechn.	Δ	k.	n.
(100) : (310)	24°36′	24°26′—24°44′	24°37′	— 1′	3	12
(100) : (111)	62°53′	62°38′—62°59′	63°2′	— 9′	3	24
*(100) : (101)	54°33′	54°20′—54°35′	—	—	3	8
*(101) : (111)	38°34′	38°28′—38°37′	—	—	3	16
(111) : (310)	47°42′	47°36′—47°54′	47°42′	— 5′	3	15
(010) : (111)	51°25′	51°19′—51°31′	51°26′	— 1′	3	15
(111) : ($\bar{1}$11)	54°14′	54° 7′—54°28′	53°56′	+18′	3	12
(101) : ($\bar{1}$01)	70°59′	70°56′—71° 6′	70°54′	+ 5′	4	4

Процентъ плоскостей индекса ∓ 1 отвѣчаетъ 53,85%; процентъ же плоскостей индекса ∓ 2 равенъ 0.

3.

Фигуры вытравленія.

Естественныя фигуры вытравленія не наблюдались. Искусственно онѣ были получены проведеніемъ по плоскости (100) бумажкой

смоченной горячимъ этиловымъ спиртомъ или бензоломъ (см. рис. 5). Фигура вытравленія *b* ясно показываетъ присутствіе въ кристаллѣ центра и плоскостей симметріи. Расположеніе двухъ асимметрическихъ фигуръ вытравленія *a* и *c* указываетъ также на существованіе въ кристаллѣ плоскости симметріи. Асимметричность фигуръ вытравленія *a* и *c* можетъ быть объяснена *недовытравленіемъ,* подобно тому какъ въ кристаллическихъ многогранникахъ наблюдаются „недоразвитости площадокъ". Уголъ *a* измѣренъ на 3 кристаллахъ, и 10 измѣреній дали въ среднемъ 35°26′ при колебаніяхъ 35°0′—36°30′.

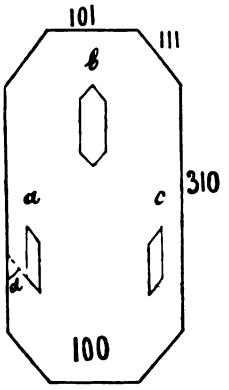


Рис. 5.

Одновременное нахожденіе на кристаллѣ фигуръ вытравленія соотвѣтствующихъ площадкамъ простой формы {111}, указываетъ на то, что наблюдаемые кристаллы съ одними правыми „сфеноидами" не могутъ считаться *правыми антиподами* (см. гл. I, примѣч.).

4.

Оптическія изслѣдованія.

Уголъ оптическихъ осей былъ измѣренъ на большомъ приборѣ Либиша, работы Фуэсса, при помощи преломляющей жидкости— масла кедроваго дерева („Cedernholzöl")[1]. *Плоскость оптическихъ осей вещества параллельна* {010}. Выходъ оптическихъ осей наблюдался на плоскости {100} (острая биссектрисса ось *x*). Измѣреніе угла было произведено въ трехъ цвѣтахъ (Li, Na, Th), для чего къ большому прибору Либиша приставлялся монохроматоръ Вюльфинга; послѣдній устанавливался по спектрамъ Li, Na, Th. Вещество *оптически отрицательно* (направленіе наименьшаго показателя преломленія *a* совпадаетъ съ острой биссектриссой). Дисперсія $\rho > v$. $2V_o$ вычисленъ изъ $\sin V_o = \frac{n}{\beta} \sin H_o$, гдѣ *n* —

[1]) Показатель преломленія масла кедроваго дерева (Cedernholzöl) для Na — 1,1536; Li — 1,5104; Th — 1,5167. См. *Н. Сургуновъ.* Bull. de la Soc. des Nat. de Moscou, 1906, № 1, 22, стр. 147.

показатель преломленія жидкости, β—средній показатель преломленія вещества (см. таб. № 3), H_0—уголъ, измѣренный на приборѣ (см. таб. № 2).

5.

Опредѣленіе показателей преломленія.

Показатели преломленія опредѣлялись по способу „наименьшаго" отклоненія на гоніометрѣ № 2 Фуэсса. Сторонами призмы служили плоскости простой формы {310} съ преломляющимъ ребромъ параллельно оси *z*. При помощи этихъ призмъ были опредѣлены преломленія β и γ (см. таб. 3). Наименьшій показатель преломленія α былъ опредѣленъ изъ формулы

$$\alpha^2 = \frac{\cos^2 V'_a \cdot \beta^2 \cdot \gamma^2}{\cos^2 V_a \beta^2 + \gamma^2 - \beta^2} \text{ [1]}.$$

6.

Пироэлектрическія свойства. Спайность.

Изслѣдованіе *пироэлектрическихъ свойствъ* по способу Кундта не дало положительныхъ результатовъ.

Спайность не вполнѣ ясная, параллельна {010}.

Октябрь 1906 г.

Минералогическій Кабинетъ Московскаго Университета.

---

[1]) Показатель преломленія α не могъ быть опредѣленъ по способу „наименьшаго" отклоненія потому, что нужная для этого призма давала очень большой уголъ, вслѣдствіе чего лучи претерпѣвали полное внутреннее отраженіе.

Таблица измѣренія угла оптическихъ осей.

№ 2.

Пламя. Flam.	Minim.—Maxim. $2H_0$.	k	n	t°.	Среднее / Mittel. $2H_0$	Вычис. $2V_0$ / Berechn. $2V_0$	Дисперсія.
Li	90°3′—90°6′	2	4	25°5′—27° C.	90°4′30″	87°22′30″	0°2′50″
Na	90°0′—90°0′	2	4	25° —27° C.	90°0′	87°19′40″	0°21′12″
Th	89°36′— 89°38′	2	4	26°—27° C.	89°36′45″	86°58′28″	

Таблица показателей преломленія.

№ 3.

Пламя. Flam.	Показ. прел.	Minim.—Maxim.	k	n	t⁰.	Среднее. Mittel.	Показ. прел.	Minim.—Maxim.	n	k	t⁰.	Среднее. Mittel.	Вычислен. показ. прел. α.
Li	γ	1.5859 — 1.5888	3	5	27⁰—27,5⁰ C.	1.5869	β	1.5469—1.5477	3	5	27⁰—27,5⁰ C.	1.5472	1.5073
Na	γ	1.5877 — 1.5916	3	9	26⁰—27,5⁰ C.	1.5914	β	1.5486—1.5509	3	5	26⁰—27,5⁰ C.	1.5502	1.5153
Tl	γ	1.5942 — 1.5958	2	5	26,5⁰—27⁰ C.	1.5949	β	1.5522—1.5587	2	5	26,5⁰—27⁰ C.	1.5531	1.5183

Ueber die Krystallform und einige optische Eigenschaften des Pinokamphil-Xantogen Säure Methyl-Aethers.

Von

N. Surgunow.

Pinokamphil-Xantogen Säure Methyl-aether ist von Herrn Esche dargestellt worden. Diese Substanz ist weiss, krystallisirt in der Klasse $3\lambda^2 c \,.\, 3P$, des rombischen Systems, was die auf (100) (Fig. 5) erhaltenen Aetzfiguren wohl beweisen.

Folgende einfachen Formen wurden beobachtet: *a* {100}, *b* {310}, *c* {010}, *m* {101}, *p* {111}. Zwei Typus und zwei Habitus sind zu unterscheiden (Tab. S.) Spaltbarkeit nicht vollkommen nach {010}.

Das Verhältniss der Krystallaxen

$$a : b : c = 1{,}3747 : 1 : 0{,}9787.$$

Axenebene ist {010}. Spitze Bisectrix fällt mit der kleinen Elastizitätsachse (mit *x*-Axe) zusammen. Diese Substanz ist *optischnegativ;* Dispersion $\rho > v$. Doppelbrechung gross.

Pyroelectricität konnte nicht ermittelt werden.

Mineralog. Institut. d. Moskauer Universität.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1907.

Von

Prof. Dr. Ernst Leyst.

Wie in den früheren Jahren, so wurden auch in diesem Jahre die meteorologischen Beobachtungen im Meteorologischen Observatorium beim Physico-Geographischen Institut der Moskauer Universität in unveränderter Weise fortgesetzt und zwar unter der unmittelbaren Leitung meines ältesten Assistenten Privat-Dozenten A. A. Speransky. Als jüngere Beobachter fungirten die Studenten Herren A. Gurjanow und M. Lebedew. Mit der Bearbeitung der Aufzeichnungen des Anemographen Sprung-Fuess war mein Assistent Herr Hanewsky betraut, dem auch die Aufsicht über die Function des Apparates und die Constantenbestimmung oblag. Mein Assistent M. Willborg war ausschliesslich mit der Ausmessung der Registrirungen der Seismographen beschäftigt. Die luftelectrischen Beobachtungen wurden regelmässig ausgeführt und werden von Herrn A. Speransky bearbeitet. Der Magnetograph functionirt in früherer Weise, nur die Bearbeitung der Aufzeichnungen ist eine beschränkte, soweit sie für meine eignen Beobachtungen zu Reductionszwecken erforderlich ist. Die Erforschung der oberen Luftschichten ist einstweilen unterbrochen wegen Mangel an Arbeitskräften.

Die Beobachtungen wurden nach mittlerer Ortszeit an den drei Terminen 7^ha. m., 1^hp. m. und 9^hp. m. angestellt und die gemachten Ablesungen wurden für die Bearbeitung der selbstregistrirenden Instrumente verwerthet. Die Bearbeitung der selbstregistrirenden me-

teorologischen Instrumente, mit Ausnahme des Anemographen, wurde von den Herren Gurjanow und Lebedew ausgeführt.

Der Beobachtungsplatz im Physico-Geographischen Institut auf Presnja hat die Coordinaten:

55°45′ geographische Breite
37°34′ östliche Länge von Greenwich
156 Meter Seehöhe.

In der Aufstellung der Instrumente ist keinerlei Aenderung vorgekommen, nur ein neues selbstregistrirendes Instrument ist hinzugekommen, nämlich ein registrirender Schneemesser nach Hellmann von R. Fuess in Berlin.

Luftdruck.

Die wahren 24 stündigen Monatsmittel des Luftdrucks, abgeleitet aus den Registrirungen eines grossen Richard'schen Aneroid-Barographen, hatten im Jahre 1907 die nachstehenden Werthe:

	1907.	Normal.	Abweichung.
Januar	748.4 mm.	749.4 mm.	—1.0 mm.
Februar . .	750.4 „	746.0 „	+4.4 „
März	747.8 „	748.9 „	—1.1 „
April	748.4 „	748.4 „	0.0 „
Mai	746.2 „	747.9 „	—1.7 „
Juni	746.8 „	744.9 „	+1.9 „
Juli	743.9 „	744.4 „	— 0.5 „
August	744.7 „	745.8 „	—1.1 „
September . .	750.3 „	747.1 „	+3.2 „
October . . .	754.6 „	748.8 „	+5.8 „
November . .	756.7 „	747.2 „	+9.5 „
December . .	748.3 „	748.0 „	+0.3 „
Jahr.	748.9 mm.	747.3 mm.	+1.6 mm.

Zunächst zeichnet sich hier der Februar durch sehr hohen Luftdruck aus, da in diesem Monat die Cyclonen im Europäischen Russland fast ganz fehlten, und das Maximum aus dem Südosten

sehr weit nach Nordwesten vordringen konnte. Nach Februar kam niedriger Luftdruck zur Herrschaft, der nur vorübergehend im Juni durch anticyclonale Vertheilung des Luftdrucks, um 1,8 mm. über den Normalwerth, unterbrochen wurde. Mit dem September ändert sich die Lage. Die wenigen Cyclonen und die anhaltenden Anticyclonen brachten den mittleren Luftdruck um 3,2 mm. über den Normalwerth. Dieser Zustand in der Luftdruck-Vertheilung setzte sich fort im October, nur in verschärfter Weise und im November erreichte dieser Ausnahmezustand seinen Höhepunct, indem der Luftdruck um 9,5 mm. über dem Normalwerth stand.

Wenn man die Monatsextreme in Betracht zieht, so hat man das folgende Bild.

1907.	Monats-Maximum.	Monats-Minimum.	Differenz.
Januar	776.4 mm.	720.4 mm.	56.0 mm.
Februar	67.5 „	28.6 „	38.9 „
März	55.2 „	31.9 „	23.3 „
April	62.3 „	33.1 „	29.2 „
Mai	59.3 „	30.0 „	29.3 „
Juni	56.8 „	38.8 „	18.0 „
Juli	51.5 „	34.2 „	17.3 „
August	55.0 „	36.1 „	18.9 „
September . . .	59.6 „	38.4 „	21.2 „
October	65.6 „	35.7 „	29.9 „
November . . .	73.6 „	34.3 „	39.3 „
December . . .	67.5 „	35.9 „	31.6 „
Jahresmittel . .	762.5 mm.	733.1 mm.	29.4 mm.
Jahresextreme . .	776.4 „	720.4 „	56.0 „

Das höchste Maximum fiel in diesem Jahre auf den Januar und zwar fiel es in die Zeit, wo im Westen des Europäischen Russlands die dort noch niemals beobachteten Werthe von nahezu 800 mm. unweit Riga und 799 mm. in St.-Petersburg vorkamen. Diese Werthe sind auf das Meeresniveau reducirt und unser Moskauer Maximum vom Januar ergäbe am Meeresniveau nur 791 mm. In den letzten 14 Jahren haben wir in Moskau im Decembermonat bereits 778,9 mm. beobachtet, also um 2,5 mm. mehr, als das diesjährige Maximum. Das Jahresminimum mit 720,4 mm. ist be-

trächtlich höher, als unser bisheriges tiefstes Minimum, welches 709,6 mm. betrug. Demnach ist die Jahresamplitude von 55,0 mm. verhältnissmässig klein, da die bisher vorgekommenen Extreme um 69,3 mm. auseinanderliegen. Sehr auffallend sind die hohen Monatsminima von Juli an und im Herbst, wo sonst die tiefen Cyclonen zu erscheinen pflegen, gehen die Monatsminima noch mehr hinauf, wie wir es im September sehen. Nicht weniger auffallend ist es, dass zum Beispiel alle Monatsminima vom August an höher sind, als das Juli-Minimum. Da die Sommercyclonen weniger tief sind, als die Herbst- und Winter-Cyclonen, so folgt aus der obigen Tabelle, dass sämmtliche Cyclonen der zweiten Jahreshälfte äusserst schwach ausgebildet waren.

Im täglichen Gange haben wir folgende Werthe:

Täglicher Gang des Luftdrucks: 700 mm. +

STUNDEN.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	November	December.	Jahr.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
0h a. m.	48.1	50.7	47.7	48.8	46.1	46.9	43.8	44.5	50.2	54.9	56.9	48.2	49.0
1 „	48.1	50.6	47.7	48.7	46.3	46.9	43.9	44.5	50.3	54.9	56.9	48.2	48.9
2 „	48.2	50.5	47.7	48.6	46.3	46.9	43.9	44.5	50.3	54.8	56.9	48.2	48.9
3 „	48.2	50.4	47.6	48.6	46.3	46.8	43.9	44.5	50.2	54.7	56.8	48.1	48.8
4 „	48.2	50.4	47.5	48.6	46.4	46.8	43.8	44.4	50.2	54.7	56.8	48.0	48.8
5 „	48.2	50.4	47.5	48.5	46.4	46.8	43.9	44.5	50.2	54.7	56.7	48.0	48.8
6 „	48.2	50.4	47.5	48.6	46.5	46.9	43.9	44.6	50.3	54.7	56.7	48.0	48.9
7 „	48.2	50.4	47.6	48.6	46.6	47.0	44.0	44.7	50.3	54.8	56.7	47.9	48.9
8 „	48.2	50.5	47.6	48.6	46.6	47.0	44.0	44.8	50.4	54.9	56.8	48.1	49.0
9 „	48.3	50.6	47.6	48.7	46.6	47.0	44.0	44.8	50.4	54.9	56.8	48.2	49.0
10 „	48.4	50.6	47.7	48.7	46.5	47.0	44.1	44.8	50.5	54.9	56.8	48.3	49.0
11 „	48.4	50.6	47.7	48.6	46.5	47.0	44.1	44.8	50.4	55.0	56.8	48.3	49.0

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Mittag	48.3	50.5	47.7	48.5	46.4	46.9	44.1	44.8	50.4	54.9	56.7	48.3	49.0
1^h p. m.	48.2	50.4	47.8	48.5	46.2	46.9	44.1	44.9	50.4	54.8	56.7	48.2	48.9
2 „	48.2	50.3	47.8	48.4	46.1	46.8	44.0	44.8	50.3	54.8	56.5	48.3	48.9
3 „	48.2	50.3	47.8	48.2	45.9	46.7	44.0	44.8	50.2	54.6	56.5	48.4	48.8
4 „	48.4	50 3	47.8	48.2	45.8	46.6	43.9	44.7	50.1	54.4	56.5	48.5	48.8
5 „	48.5	50.3	47.9	48.1	45.7	46.6	43.8	44.6	50.1	54.4	56.5	48.5	48.8
6 „	48.6	50.4	48.0	48.1	45.7	46.6	43.8	44.6	50.2	54.4	56.6	48 6	48.8
7 „	48.6	50.4	48.1	48.2	45.7	46.6	43.8	44.7	50.3	54.4	56 6	48.6	48.8
8 „	48.7	50.3	48.2	48.3	45.9	46.7	43.9	44.8	50.4	54.3	56.6	48.6	48.9
9 „	48.9	50.2	48.3	48.3	46.1	46 9	44.0	44.8	50.4	54.4	56.7	48.7	49.0
10 „	48.9	50.2	48.4	48.3	46.2	46.9	44.0	44.8	50.4	54.4	56.8	48.8	49.0
11 „	49.0	50.1	48.3	48.2	46.3	46.9	43.9	44.7	50.4	54.4	56.8	48.8	49.0
12 „	49.1	50.1	48.3	48.2	46.4	46.9	43.9	44.8	50.4	54.4	56.8	48.8	49.0

Wie stark die unperiodischen Veränderungen im täglichen Gang des Luftdrucks, selbst noch im vollen Monat, sich geltend machen, ersieht man aus den Werthen 748,1 um 0^h und 1^h a. m. und aus dem Werth 749,1 um 12^h p. m., mithin im Januar eine Differenz von 1,0 mm. Von dieser Grösse sind nur 0,2 mm. vom täglichen Gange herrührend, während die übrigen 0,8 mm. den unperiodischen Aenderungen zuzuschreiben sind, was man auch aus der Differenz 12^h p. m.—0^h a. m. ersehen kann, die 1,0 mm. beträgt. Die Tagesamplituden sind eben in unseren Breiten so sehr von den unperiodischen Aenderungen abhängig. Die Tages-Maxima, die Tages-Minima und die Tages-Amplituden betrugen in den Mittelwerthen in den einzelnen Monaten:

Monate.	Tages-Maxima.	Tages-Minima.	Tages-Amplituden.
Januar	752.1 mm.	745.8 mm.	6.3 mm.
Februar	52.5 „	48.2 „	4.3 „
März	49.6 „	45.9 „	3.7 „
April	50.6 „	46.3 „	4.3 „
Mai	48.9 „	43.5 „	5.4 „
Juni	48.4 „	45.2 „	3.2 „
Juli	45.1 „	42.6 „	2.5 „
August	46.4 „	42.9 „	3.5 „
September . . .	52.1 „	47.7 „	4.4 „
October	56.6 „	52.8 „	3.8 „
November . . .	58.6 „	55.1 „	3.5 „
December . . .	50.9 „	45.7 „	5.2 „
Jahresmittel . .	751.0 mm.	746.8 mm.	4.2 mm.

Hier muss hervorgehoben werden, dass eine mittlere Tages-Amplitude von 4,2 mm. in diesem Jahr zum ersten Mal seit 1895, also in zwölf Jahren, beobachtet wurde. Die früheren Werthe waren im Jahresmittel alle grösser, als 4,2 mm. und erreichten in den Jahren 1899 und 1902 sogar den Betrag von 5,4 mm. Die mittlere Tagesamplitude eines Monats mit 2,5 mm., wie im Juli dieses Jahres, ist schon vorgekommen, so z. B. im Juni vorigen Jahres.

Die Tages-Amplituden schwankten in den einzelnen Monaten in den folgenden Grenzen:

1907.	Tagesamplitude. Grösste.	Kleinste.	Differenz.
Januar	19.3 mm.	0.6 mm.	18.7 mm.
Februar	15.1 „	0.6 „	14.5 „
März	11.0 „	0.6 „	10.4 „
April	10.1 „	0.8 „	9.3 „
Mai	10.3 „	1.8 „	8.5 „
Juni	7.5 „	1.1 „	6.4 „
Juli	5.7 „	0.5 „	5.2 „
August	7.2 „	0.5 „	6.7 „
September . . .	9.8 „	1.8 „	8.0 „
October	11.5 „	0.7 „	10.8 „

1907.	Tagesamplitude. Grösste.	Kleinste.	Differenz.
November . . .	10.3 mm.	0.7 mm.	9.6 mm.
December . . .	18.1 „	1.0 „	17.1 „
Jahresmittel . .	11.3 mm.	0.9 mm.	10.4 mm.
Jahresextreme . .	19.3 „	0.5 „	18.8 „

Diese Werthe bewegen sich in den üblichen Grenzen, sind aber um ein Geringes kleiner, als im Vorjahr. Der hohe Januarwerth 19,3 mm. und der fast ebenso hohe Decemberwerth sind immerhin Zeichen von einem starken Barometersturz.

Lufttemperatur.

Die Lufttemperatur wurde nach einem grossen Richard'schen Thermographen bestimmt. Dieses Instrument ist in der Wild'schen Hütte neben dem Psychrometergehäuse in einer Höhe von 3 Meter aufgestellt und seine Registrirungen wurden mit Hülfe der directen Ablesungen am Thermometer im Psychrometergehäuse mit einem Ventilator bearbeitet. Die Thermometer-Ablesungen wurden nach zweiminutlicher Ventilation an den drei üblichen Beobachtungsterminen ausgeführt und diese Daten wurden noch durch die Angaben des Maximum- und des Minimum-Thermometers ergänzt.

Im Jahre 1907 wurden folgende Monatsmittel der Temperatur beobachtet:

	1907.	Normal.	Abweichung.
	0	0	0
Januar	—15.2	—11.0	—4.2
Februar	— 9.4	— 9.6	+0.2
März	— 3.3	— 4.8	+1.5
April	3.6	3.5	+0.1
Mai	10.3	11.7	—1.4
Juni	16.2	16.4	—0.2
Juli	18.6	18.9	—0.3
August	14.9	17.1	—2.2
September . .	10.2	11.2	—1.0

	1907.	Normal.	Abweichung.
	0	0	0
October . . .	6.0	4.3	+1.7
November . . .	— 6.1	— 2.4	—3.7
December . . .	—13.7	— 8.2	—5.5
Jahresmittel . .	2.7	3.9	—1.2

Das Jahr 1907 war ein kaltes. Nur die Monate März und October waren um 1°,5 resp. um 1°,7 wärmer, als normal, und zwar ist die Abweichung von der Normaltemperatur eine sehr geringe, wenn man bedenkt, dass zum Beispiel der Mai des vorigen Jahres um volle 6°,1 zu warm war. Trotz der geringen Abweichung der Temperatur von der normalen im März und October des Berichtsjahres war das warme Wetter dem grossen Publicum doch sehr auffallend, weil gerade diese beiden Monate, besonders der October, in eine Uebergangszeit fallen. Der März hatte in seiner letzten Woche Temperaturen, die Ende Mai und Anfang Juni wiederkehrten und dadurch blieben warme Märztage im Gedächtniss besonders haften. Das Umgekehrte wurde im October beobachtet. Zu einer Zeit, wo man gewöhnlich niedrige Temperaturen und Frost beobachtet, Ende October, war noch anhaltend warmes Wetter, das plötzlich am 27. October umschlug. In der Nacht und in den Morgenstunden wurden Ablesungen zwischen 6°,5 und 6°,8 gemacht und am Abend hatten wir 5°,1 Kälte, die von da an ohne Unterbrechung anhielt und im November und December zu starken negativen Abweichungen von der Normaltemperatur führte. Das Jahr 1907 gleicht nur darin seinen sechs Vorgängern, dass Februar, März und April zu warm und Juli, August und September zu kalt waren. Der Januar, November und December sind durch ihre niedrigen Temperaturen in diesem Jahr besonders ausgezeichnet und weichen von den vorhergehenden Jahren in hohem Grade ab.

Die Monats-Extreme der Temperatur hatten in diesem Jahr die nachfolgenden Werthe:

1907.	Maximum.	Minimum.	Differenz.
	0	0	0
Januar	0.7	—32.9	33.6
Februar . . .	2.1	—23.0	25.1

1907.	Maximum.	Minimum.	Differenz.
	0	0	0
März	8.5	—19.3	27.8
April	16.5	— 6.3	22.8
Mai	22.3	0.5	21.8
Juni	29.2	0.0	29.2
Juli	29.6	8.2	21.4
August	28.8	4.0	24.8
September . .	24.1	— 2.7	26.8
October . . .	16.7	— 7.5	24.2
November . . .	3.0	—19.5	22.5
December . . .	1.6	—32.7	34.3
Jahresmittel . .	15.3	—10.9	26.2
Jahresextreme .	29.6	—32.9	62.5

Unsere Extrem-Temperaturen der letzten 15 Jahre betragen +35,7 und —37°,0. Mithin ist das Maximum des Jahres um 6°,1 niedriger und das Minimum um 4°,1 höher, als die äussersten Grenzen. Von den Monats-Maxima fallen die niedrigen Werthe für Mai und November auf und zwar der letztere Monat ganz besonders. Seit 1893 ist das Temperatur-Maximum im November zwischen den Grenzen +11,2 und +4°,2 verzeichnet worden und nun ist es über +3°,0 nicht herübergekommen. Das November-Minimum mit —19°,5 ist auch auffallend, wird aber durch das November-Minimum des Jahres 1902 übertroffen, da Letzteres—20°,7 betrug. Sehr interessant ist es, dass der December, ungeachtet der gewöhnlichen Monats-Extreme dennoch eine sehr tiefe Mittel-Temperatur hat.

Vergleicht man die Abweichungen des Luftdrucks und der Lufttemperatur von den entsprechenden Normalwerthen, so findet man für die vier letzten Monate des Jahres einen sehr hohen Luftdruck, der aber in den einzelnen Monaten von ganz verschiedenen Temperatur-Abweichungen begleitet ist. Der September und November haben beim hohen Luftdruck eine negative Temperatur-Abweichung, der dazwischen liegende October dagegen eine positive, obgleich der Luftdruck ebenfalls hoch ist. Dann endlich hat der December fast normalen Luftdruck, aber eine sehr niedrige Temperatur.

Täglicher Gang der Lufttemperatur.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
0h a. m.	—15.8°	—10.0°	—4.7°	2.1°	8.1°	13.3°	16.3°	13.0°	8.3°	4.5°	—6.4°	—13.5°	1.2°
1 „	—16.0	—10.0	—5.0	1.9	7.5	12.7	15.9	12.6	8.1	4.2	—6.5	—13.7	1.0
2 „	—16.0	—10.2	—5.3	1.7	6.9	12.1	15.5	12.3	8.0	4.0	—6.6	—13.9	0.7
3 „	—16.1	—10.5	—5.6	1.5	6.4	11.8	15.1	12.0	7.5	3.8	—6.7	—14.1	0.4
4 „	—16.1	—10.6	—5.9	1.3	6.0	11.6	14.8	11.8	7.2	3.4	—6.7	—14.2	0.2
5 „	—16.1	—10.8	—6.1	1.2	6.1	11.9	14.8	11.6	7.0	3.2	—6.7	—14.4	0.1
6 „	—16.1	—11.0	—6.3	1.4	7.1	12.8	15.5	11.7	6.8	3.0	—6.6	—14.6	0.3
7 „	—16.1	—11.0	—6.3	2.0	8.3	14.0	16.5	12.5	7.1	2.8	—6.7	—14.7	0.7
8 „	—15.9	—11.0	—5.7	2.7	9.7	15.4	17.4	13.3	8.0	3.3	—6.6	—14.5	1.3
9 „	—15.7	—10.8	—4.5	3.6	10.8	16.9	18.8	15.0	9.3	3.4	—6.5	—14.3	2.2
10 „	—15.3	—10.1	—3.0	4.3	11.8	17.8	20.0	16.2	11.0	6.2	—6.1	—14.1	3.2
11 „	—14.7	— 9.2	—1.7	4.9	12.3	18.7	20.9	17.2	12.4	7.8	—5.8	—13.8	4.1
Mittag	—14.2	— 8.1	—0.7	5.5	13.2	19.5	21.7	18.2	13.6	9.2	—5.4	—13.3	4.9
1 p. m.	—13.9	— 7.5	0.0	5.9	13.9	19.6	22.2	18.6	14.0	9.8	—5.3	—12.7	5.4
2 „	—13.7	— 7.0	0.2	6.1	14.0	19.9	22.4	18.9	14.2	10.2	—5.2	—12.6	5.6
3 „	—13.9	— 6.9	0.5	6.2	14.3	20.3	22.4	18.8	14.2	10.2	—5.3	—12.7	5.7
4 „	—14.3	— 7.3	0.1	5.9	14.1	20.4	22.0	18.7	14.0	9.6	—5.4	—13.0	5.4
5 „	—14.6	— 8.1	—0.7	5.4	13.6	19.8	21.8	18.2	13.3	8.4	—5.6	—13.1	4.9
6 „	—14.9	— 8.5	—1.7	5.0	13.1	19.3	21.1	17.4	12.1	7.3	—5.8	—13.1	4.3
7 „	—15.1	— 8.9	—2.4	4.3	12.2	18.3	20.2	16.2	11.0	6.4	—5.9	—13.2	3.6
8 „	—15.2	— 9.0	—2.8	3.7	11.0	17.0	19.2	14.8	10.2	5.9	—6.0	—13.2	3.0
9 „	—15.4	— 9.4	—3.4	3.5	10.1	15.8	18.6	14.1	9.6	5.5	—6.2	—13.6	2.4
10 „	—15.5	— 9.6	—3.7	3.1	9.1	15.0	17.6	13.7	9.2	5.4	—6.3	—13.6	2.0
11 „	—15.6	— 9.8	—4.0	2.7	8.5	14.2	16.9	13.1	8.7	4.9	—6.4	—13.9	1.6
12 „	—15.7	—10.0	—4.3	2.4	7.8	13.6	16.3	12.6	8.3	4.4	—6.5	—14.9	1.2

Für den von Mitternacht bis Mitternacht gezählten meteorologischen Tag ergaben die Thermographen-Aufzeichnungen die nachstehenden mittleren Tages-Extreme und Amplituden.

1907.	Mittlere Maxima.	Mittlere Minima.	Mittlere. Amplituden.
	0	0	0
Januar	—12.5	—18.5	6.0
Februar	— 6.1	—12.2	6.1
März	1.0	— 7.1	8.1
April	7.1	0.6	6.5
Mai	15.6	5.0	10.6
Juni	21.8	11.0	10.8
Juli	24.0	14.1	9.9
August	20.0	10.7	9.3
September . . .	15.2	5.9	9.3
October	10.9	1.7	9.2
November . . .	— 4.3	— 8.5	4.2
December . . .	—10.9	—16.7	5.8
Jahresmittel . .	6.8	— 1.2	8.0

Es ist ziemlich oft vorgekommen, dass das mittlere Minimum im Jahresmittel unter Null stand, und das niedrigste Mittel war bisher —1°,3 im Jahre 1902. Was aber noch nicht beobachtet wurde, das ist ein so niedriges mittleres Maximum, im Jahresdurchschnitt nur 6°,8, wie es im Jahre 1907 zu verzeichnen gewesen ist. Bisher galt für den geringsten Betrag der Werth für das Jahr 1902 und der betrug 7°,3, ist also um volle 0°,5 noch höher. Am niedrigen Werth des Maximums in diesem Jahr sind in gleicher Weise sowohl die Sommermonate, als auch die Wintermonate betheiligt.

Berechnet man die extremen Tagesamplituden der Temperatur für das Jahr 1907, so findet man folgende Werthe:

1907.	Grösste Tages-amplitude.	Kleinste Tages-amplitude.	Differenz.
	0	0	0
Januar	19.4	1.6	17.8
Februar	13.6	1.2	12.4
März	19.7	1.3	18.4

1907.	Grösste Tages-amplitude.	Kleinste Tages-amplitude.	Differenz.
	0	0	0
April	13.0	1.5	11.5
Mai	17.2	5.6	11.6
Juni	15.8	2.3	13.5
Juli	13.4	2.9	10.5
August	14.0	2.7	11.3
September . . .	15.2	5.0	10.2
October	15.4	0.8	14.6
November . . .	9.3	0.6	8.7
December . . .	15.4	0.9	14.5
Jahresmittel . .	15.1	2.2	12.9
Jahresextreme . .	19.7	0.6	19.1

Diese Werthe bewegen sich in den normalen Grenzen; es gab Tage, die eine Temperatur-Erhöhung von 19°,7 in 8 Stunden hatten, nämlich am 7. März, an welchem Tage um 7 Uhr Morgens 12° Kälte und um 3 Uhr Nachmittags 7°,7 Wärme beobachtet wurde. Von 11 bis 12 Uhr Mittags stieg die Temperatur um 3°,7. Andererseits gab es auch Tage, wo in 24 Stunden die Aenderung nur 0°,6 betrug, wie z. B. am 12. November.

Der Frost im Frühjahr hörte am 21. April auf, doch am 16. Mai fiel das Thermometer auf + 0°,5 und am 2. Juni auf 0°,0. Der erste Herbstfrost stellte sich am 23. September ein, so dass wir volle fünf Monate frostfreie Zeit hatten. An Tagen mit Frost, das heisst mit dem Minimum unter 0°,0, haben wir zu verzeichnen

im Januar	31	Tage
„ Februar . . .	27	„
„ März	29	„
„ April	10	„
„ September . .	4	„
„ October . . .	7	„
„ November . .	29	„
„ December . .	30	„
also im Jahr.	167	Tage.

Die Anzahl der Tage ohne Thauwetter betrug in diesem Jahr:

im Januar	30	Tage
„ Februar . . .	24	„
„ März	15	„
„ October . . .	1	„
„ November . .	23	„
„ December . .	27	„
somit im Jahr.	120	Tage.

Demnach hatten wir im Jahre 1907 ganz frostfreie Tage 198, während an 47 Tagen wohl das Temperatur-Minimum unter Nullgrad, das Maximum aber über 0°, und endlich gab es 120 Tage, an denen die Temperatur durchweg unter dem Gefrierpunct stand. Nach dem 19. März thaute es alle Tage, aber der letzte Nachtfrost war am 22. April, also 34 Tage später. Im Herbst war der erste Nachtfrost am 23. September und erst am 28. October, also nach 35 Tagen, wurde zum ersten Mal auch das Maximum unter Nullgrad beobachtet.

Nach der obenmitgetheilten Tabelle gab es Mai keinen Frost und im April waren nur 10 Frosttage. Das ist fast dasselbe Bild, das uns das Vorjahr darbot und auch die drei vorhergehenden. Es ist also das fünfte Jahr, welches einen frühen Frühlingsanfang hat; dagegen ist in diesem Jahr der Winter früher eingetreten und zwar viel intensiver, als in den vorhergehenden Jahren. Die 18 Tage ohne Thauwetter der Jahre 1900, 1901 und 1902 im November galten schon als strenger Winteranfang, aber in diesem Jahr hat der November 23 solcher Tage bei 29 Tagen mit Frost.

Bodentemperaturen.

In unveränderter Weise wurde auch in diesem Jahr die Bodentemperatur an der Oberfläche des Bodens im Schatten der Wild'schen Hütte, im Sommer auf kurzem Rasen und im Winter auf der Schneedecke beobachtet. Desgleichen wurden in den Tiefen 0,0 Meter, 0,4 Meter, 0,8 Meter, 1,6 Meter und 2,5 Meter im Som-

mer bei natürlicher Rasendecke und im Winter bei natürlicher Schneedecke die Bodentemperaturen beobachtet. Zur Erhaltung der natürlichen Verhältnisse wurden die Ablesungen von einem Bretterstege aus gemacht und der Steg nur zur Zeit der Ablesungen aufgestellt, damit in der Zwischenzeit die Sonne, die Ausstrahlung, der Regen und der Schnee eine unbehinderte Einwirkung haben kann. Die Beobachtungen wurden bis zur Tiefe 0,4 Meter drei Mal täglich, um 7^h a. m., 1^h p. m. und 9^h p. m. ausgeführt, dagegen in den Tiefen 0,8 Meter, 1,6 Meter und 2,5 Meter, wo der tägliche Gang sich nicht bemerkbar macht, nur 1 Mal täglich, um 1^h p. m.

In der Tiefe 0,0 Meter, also unter der Rasen-resp. Schneedecke, und an der Oberfläche, mithin auf dem Rasen oder auf dem Schnee, wurden nachfolgende Monatsmittel der Temperatur ermittelt:

	Oberfläche.			Tiefe 0.0 Meter.		
1907.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.
	°	°	°	°	°	°
Januar . .	—16.8	—13.7	—16.1	— 1.2	— 1.2	— 1.2
Februar . .	—11.7	— 7.0	—10.8	— 2.3	— 2.2	— 2.2
März . . .	— 7.3	— 1.0	— 5.4	— 0.5	— 0.5	— 0.4
April	1.3	5.4	1.8	1.7	9.1	2.3
Mai . . .	7.6	14.4	8.4	7.6	22.4	9.2
Juni . . .	13.4	18.2	14.4	13.4	23.4	15.4
Juli . . .	16.3	21.7	17.0	17.1	28.4	18.5
August . .	12.6	18.2	13.2	14.0	23.7	15.3
September .	7.0	13.5	8.4	8.2	16.0	9.4
October . .	0.2	9.2	2.9	2.4	10.8	3.9
November .	— 6.9	— 4.9	— 6.8	— 0.9	— 0.6	— 0.8
December .	—14.9	—12.6	—14.3	— 1.8	— 1.8	— 1.9
Jahresmittel	0.0	5.1	1.1	4.8	10.6	5.6

Die Extrem-Temperaturen in diesen Tiefen betrugen:

	Oberfläche.			Tiefe 0.0 Meter.		
1907.	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
	°	°	°	°	°	°
Januar. . . .	0.3	—33.5	33.8	—0.2	—2.3	2.1
Februar . . .	1.0	—26.2	27.2	—0.2	—4.1	3.9
März	2.8	—21.0	23.8	0.1	—1.6	1.7

1907.	Oberfläche. Maxim.	Minim.	Differenz.	Tiefe 0.0 Meter. Maxim.	Minim.	Differenz.
	°	°	°	°	°	°
April	14.1	— 4.8	18.9	21.4	—2.0	23.4
Mai	21.0	1.4	19.6	37.6	2.5	35.1
Juni.	27.3	2.7	24.6	39.7	3.3	36.4
Juli.	29.0	10.2	18.8	39.4	11.6	27.8
August . . .	24.6	5.3	19.3	35.1	7.2	27.9
September . .	22.9	— 2.2	25.1	27.5	1.7	25.8
October . . .	14.6	— 9.3	23.9	15.2	— 4.7	19.9
November . .	2.2	—21.1	23.3	1.4	— 5.2	6.6
December . .	0.4	—32.3	32.7	0.0	— 5.2	5.2
Jahresmittel .	13.8	—10.9	24.7	18.1	0.1	18.0
Jahresextreme	29.0	—33.5	62.5	39.7	—5.2	44.9

Die maximalen Temperaturen an der Oberfläche haben im Jahresdurchschnitt einen um 1°,5 niedrigeren Werth, als die Maxima der Lufttemperatur, was von verschiedenen Gründen abhängig ist. Erstens finden wir einen sehr grossen Unterschied im März: die Lufttemperatur stieg auf 8°,5 während auf der Schneeoberfläche nur 2°,8 beobachtet wurde. Das kann gar nicht anders sein, denn die Lufttemperatur ist nicht durch Sonnenstrahlung auf 8°,5 gebracht worden, denn der Himmel war damals ganz mit Wolken bedeckt, sondern durch warme Luftströmungen. Diese warmen Luftmassen kühlen sich auf der Schneelage ab und auf der Schneedecke war bei der Lufttemperatur von 8°,5 nur 1°,3. Beide Monats-Maxima fielen auf verschiedene Tage. Man könnte geneigt sein anzunehmen, dass die Schneeoberfläche Temperaturen von über 0° nicht annehmen könne, denn die Wärme müsste zum Schneeschmelzen verbraucht werden. Beim Sonnenschein kann man eine directe Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Thermometerkugel annehmen, aber unsere Beobachtungen werden im Schatten der Psychrometerhütte gemacht. Wenn das unmittelbar auf Schnee liegende Thermometer über dem Gefrierpunct steht, so ist es der Temperatur der Luft zuzuschreiben, die zwischen den Schneeflocken liegt.

Ein fernerer Grund für die Nichtübereinstimmung der extremen Temperaturen der Luft und der Bodenoberfläche liegt in der verschiedenen Höhe. Der wichtigste Grund liegt aber darin, dass die

Extrem-Temperaturen der Luft den Angaben eines continuirlich registrirenden Instrumentes entnommen werden, hingegen für die Bodentemperatur werden sie den drei Terminen entnommen.—Am 8. Juli und am 28. September wurde das Gras auf dem Beobachtungsplatz abgemäht.

In den übrigen Tiefen wurden folgende Monatsmittel ermittelt:

1907.	0,4 Meter. 7h a. m.	0,4 Meter. 1h p. m.	0,4 Meter. 9h p. m.	0,8 Meter. 1h p. m.	1,6 Meter. 1h p. m.	2,5 Meter. 1h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Januar . .	—0.7	—0.7	—0.8	0.9	2.4	4.4
Februar . .	—2.4	—2.4	—2.4	—0.5	1.0	3.1
März . . .	—0.5	—0.5	—0.5	—0.2	0.6	2.3
April . . .	0.6	0.6	0.7	0.0	0.7	1.9
Mai	8.2	8.0	8.4	5.8	3.7	3.4
Juni . . .	13.2	13.6	13.4	10.3	8.0	5.9
Juli	17.6	17.5	17.8	14.6	11.6	9.5
August . .	16.5	16.2	16.6	15.0	13.0	11.4
September .	12.1	12.0	12.2	12.1	12.4	11.7
October . .	6.8	6.7	6.8	8.6	9.7	10.3
November .	1.7	1.7	1.6	3.9	6.6	8.2
December .	0.4	0.4	0.4	2.2	4.2	6.0
Jahr . . .	6.1	6.1	6.2	6.1	6.2	6.5

Die Monats-Extreme betrugen in diesen Tiefen:

1907.	0.4 Meter. Maxim.	0.4 Meter. Minim.	0.4 Meter. Differenz.	0.8 Meter. Maxim.	0.8 Meter. Minim.	0.8 Meter. Differenz
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	0.4	—2.3	2.7	1.6	0.1	1.5
Februar . .	—1.3	—4.2	2.9	0.0	—1.3	1.3
März	0.1	—1.6	1.7	0.0	—0.7	0.7
April	3.4	0.0	3.4	0.1	0.0	0.1
Mai	10.8	3.4	7.4	8.4	0.2	8.2
Juni	15.7	8.5	7.2	12.0	7.7	4.3
Juli	20.4	15.0	5.4	16.0	12.1	3.9
August . . .	18.3	13.3	5.0	15.4	14.0	1.4
September .	15.5	7.1	8.4	14.0	9.6	4.4

1907.	0.4 Meter. Maxim.	Minim.	Differenz.	0.8 Meter. Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
October . . .	13.3	3.0	10.3	9.5	6.1	3.4
November . .	3.2	1.2	2.0	5.8	3.2	2.6
December . .	1.2	—1.2	2.4	3.0	1.0	2.0
Jahresmittel .	8.4	3.5	4.9	7.2	4.3	2.9
Jahresextreme	20.4	—4.2	24.6	16.0	—1.3	17.3

1907.	1,6 Meter. Maxim.	Minim.	Differenz.	2,5 Meter. Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	3.2	1.6	1.6	5.2	3.6	1.6
Februar . .	1.4	0.6	0.8	3.6	2.4	1.2
März	0.6	0.4	0.2	2.6	1.9	0.7
April	0.8	0.4	0.4	2.1	1.8	0.3
Mai	6.4	0.8	5.6	5.2	2.0	3.2
Juni	9.8	6.4	3.4	8.0	5.3	2.7
Juli	12.7	9.9	2.8	10.8	8.1	2.7
August . . .	13.3	12.7	0.6	11.9	10.8	1.1
September .	13.1	11.2	1.9	11.9	11.4	0.5
October . . .	11.0	8.4	2.6	11.3	9.4	1.9
November . .	8.4	5.4	3.0	9.4	7.0	2.4
December . .	5.2	3.1	2.1	7.0	5.2	1.8
Jahresmittel .	7.2	5.1	2.1	7.4	5.7	1.7
Jahresextreme	13.3	0.4	12.9	11.9	1.8	10.1

Der Frost begann im Herbst:

in der Luft	am	23 September.
auf der Bodenoberfläche	„	23 „
in der Tiefe 0.0 Meter	„	18 October.
„ „ „ 0.4 „	„	25 December.

Bis zu der Tiefe 0,8 Meter und tiefer war der Frost bis zum Jahresschluss noch nicht vorgedrungen.

Die letzten Beobachtungen der Temperatur unter dem Gefrierpunct ergaben das Ende der Frostperiode:

in der Luft	am	22	April.
auf der Bodenoberfläche	„	21	„
in der Tiefe 0.0 Meter	„	17	„
„ „ „ 0.4 „	„	17	„

Die frostfreie Periode dauerte:

in der Luft	153	Tage
an der Bodenoberfläche	154	„
in der Tiefe 0.0 Meter	184	„
„ „ 0.4 „	252	„

Am 1. Januar 1907 war nur in der Tiefe 0,0 Meter Eis, während tiefer die Temperatur durchweg über 0° stand. Der Frost begann in den grösseren Tiefen:

am 15. Januar	in der Tiefe	0.4	Meter.
„ 8. Februar	„ „ „	0.8	„

und endete

am 17. April	in der Tiefe	0.4	Meter.
„ 22. März	„ „ „	0.8	„

Im Winter 1906—1907 dauerte die Frostperiode:

93	Tage	in der Tiefe 0.4	Meter.
43	„ „ „ „	0.8	„

Im Winter 1906—1907 erreichten die Minima folgende Werthe:

—32.9°	am	13	Januar	in der Luft	
—33.5	„	13	„	an der Oberfläche	
— 4.1	„	17	Februar	in der Tiefe 0.0	Meter
— 4.2	„	18	„	„ „ „ 0.4	„
— 1.3	„	21	„	„ „ „ 0.8	„
+ 0.4	„	30	März	„ „ „ 1.6	„
+ 0.2	„	31	„	„ „ „ 2.5	„

Die Maxima wurden beobachtet:

29.6°	am	7	Juli	in der Luft.			
29.0	„	13	„	an der Oberfläche			
39.7	„	9	Juni	in der	Tiefe	0.0	Meter
20.4	„	14	Juli	„ „	„	0.4	„
16.0	„	17	„	„ „	„	0.8	„
13.3	„	23	August	„ „	„	1.6	„
11.9	„	31	„	„ „	„	2.5	„

Die Maxima traten in allen Tiefen früher ein, als im Durchschnitt zu erwarten war und die Beträge erreichten nicht die Normalwerthe; das ergiebt, dass die Abkühlung frühzeitig auftrat und die Maxima nicht ausreifen konnten. Zum Theil liegt es auch daran, dass die Minima in Folge niedriger Lufttemperaturen im Januar in allen Tiefen im Boden viel tiefer sanken, als im normalen Durchschnitt und obgleich die Erwärmung ganz normal war, dennoch die Maxima nicht ihre Höhe erreichen konnten.

Das Steigen der Temperatur erfolgte:

in der	Tiefe	0.4	Meter	in	147	Tagen
„ „	„	0.8	„	„	147	„
„ „	„	1.6	„	„	146	„
„ „	„	2.5	„	„	153	„

oder in der Tiefe 0,4 Meter in um 2 Wochen kürzerer Zeit, als normal, während die Dauer des Steigens in den übrigen Tiefen bis zu 8 Tagen länger war, als im vieljährigen Durchschnitt.

Radiation.

Die Ablesungen an einem Fuess'schen Radiations-Thermometer wurden drei Mal täglich an den üblichen Terminen 7^h. a. m., 1^h. p. m. und 9^h. p. m. ausgeführt und ergaben die nachstehenden Monatsmittel, denen die Differenzen gegen Lufttemperatur beigefügt sind.

	Radiations-Thermometer.			Differenz gegen Lufttemperatur.		
	7h. a. m.	1h. p. m.	9h. p. m.	7h. a. m.	1h. p. m.	9h. p. m.
	°	°	°	°	°	°
Januar . . .	—16.8	—10.8	—16.0	—0.8	+ 3.1	—0.6
Februar . . .	—11.6	0.6	—10.4	—0.5	+ 8.2	—0.9
März	— 6.4	14.7	— 4.6	—0.1	+14.7	—1.3
April	3.5	14.4	2.3	+1.5	+ 8.5	—1.1
Mai	13.9	26.4	8.6	+5.6	+12.5	—1.5
Juni	18.9	30.1	14.3	+4.9	+10.5	—1.5
Juli	20.6	34.8	16.6	+4.0	+12.5	—1.5
August . . .	14.8	30.4	12.7	+2.3	+11.8	—1.4
September . .	7.6	23.3	8.2	+0.5	+ 9.3	—1.4
October . . .	1.9	17.6	3.8	—0.9	+ 7.9	—1.7
November . .	— 7.1	— 2.0	— 6.8	—0.4	+ 3.3	—0.6
December . .	—15.1	—10.3	—14.0	—0.4	+ 2.4	—0.4
Jahresmittel. .	2.0	14.1	1.2	+1.3	+ 8.7	—1.2

Die Differenzen gegen Lufttemperatur sind nach den directen Beobachtungen am trocknen Psychrometer-Thermometer in der Wild'schen Hütte gebildet und nicht nach dem Thermographen.

Im Verhältniss zum vorigen Jahr sind die Morgenwerthe in den Sommermonaten äusserst niedrig. Von den Mittagswerthen ist der März und der April sehr auffallend; der März dieses Jahres hat um die Mittagszeit eine höhere Angabe des Radiations-Thermometers, als um dieselbe Stunde im April.

Die extremen Werthe der Ablesungen und der Differenzen gegen Lufttemperatur betrugen:

	Radiation.			Differenzen gegen Lufttemperatur.		
1907.	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
	°	°	°	°	°	°
Januar . . .	2.6	—33.6	36.2	11.0	—5.3	16.3
Februar . . .	10.9	—25.6	36.5	18.7	—3.8	22.5
März	25.5	—20.2	45.7	24.1	—4.4	28.5
April	30.1	— 3.7	38.8	17.7	—4.4	22.1
Mai.	38.4	3.0	35.4	20.7	—3.3	24.0
Juni	45.7	2.1	43.6	19.5	—4.8	24.3
Juli	44.6	9.1	35.5	19.2	—3.5	22.7

1907.	Radiation. Maxim.	Minim.	Differenz.	Differenz gegen Lufttemperatur. Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
August . . .	40.3	4.4	35.9	18.2	—3.2	21.4
September . .	37.4	— 2.2	39.6	18.3	—3.2	21.5
October . . .	27.6	— 6.2	33.8	14.8	—3.7	18.5
November . .	4.5	—20.0	24.5	16.1	—2.4	18.5
December . .	2.5	—32.0	34.5	5.8	—3.0	8.8
Jahresextreme.	45.7	—33.6	79.3	24.1	—5.3	29.4

Selbstverständlich fallen die grössten, resp. kleinsten Angaben des Radiations-Thermometers nicht mit den Maxima, resp. Minima der Differenz gegen die Lufttemperatur zusammen.

Auch in diesem Jahr ist die grösste Differenz im März, obgleich die höchsten Angaben des Radiations-Thermometers auf den Juni fallen. Das Minimum der Differenz gegen die Lufttemperatur schwankte bisher in den Grenzen —4°,3 und —4°,8 und fiel auf den Mai, nur ein Mal auf Juni und ein Mal auf Juli. Auch in diesem Jahr hat der Juni die grösste negative Differenz im Betrage von —4°,8, doch ausser diesem kommt ein grösseres Minimum im Januar mit —5°,3 vor.

Die Jahresamplituden und die Amplituden in den Wintermonaten sind verhältnissmässig gross, was nur den niedrigen Minimum-Werthen zuzuschreiben ist.

Absolute Feuchtigkeit.

Die absolute Feuchtigkeit wurde, in früherer Weise, den Angaben des selbstregistrirenden Thermographen und des Haarhygrographen nach den vollen Stundenwerthen entnommen, wobei die in Russland eingeführten Psychrometertafeln benutzt wurden. Die absolute Feuchtigkeit ist demnach in Millimetern ausgedrückt und die Extrem-Werthe sind den vollen Stundenwerthen entnommen, mithin kleiner, als die wahren Maxima, grösser als die wahren Minima und in Folge dessen ist die Tagesamplitude verkürzt.

Die wahren, 24-stündigen Monatsmittel hatten folgende Werthe:

	1907.	Normalmittel 1871—1890.	Abweichungen vom Normalwerth.
Januar	1.4 mm.	2.1 mm.	— 0.7 mm.
Februar	2.1 „	2.1 „	0.0 „
März	3.0 „	2.8 „	+ 0.2 „
April	4.6 „	4.5 „	+ 0.1 „
Mai	6.2 „	7.2 „	— 1.0 „
Juni	10.0 „	9.7 „	+ 0.3 „
Juli	12.6 „	11.5 „	+ 1.1 „
August	9.7 „	10.5 „	— 0.8 „
September	7.6 „	7.7 „	— 0.1 „
October	5.6 „	5.4 „	+ 0.2 „
November	2.8 „	3.8 „	— 1.0 „
December	1.8 „	2.6 „	— 0.8 „
Jahr	5.6 mm.	5.8 mm.	— 0.2 mm.

Die kalten Monate Januar, Mai, November und December des Jahres 1907 hatten alle eine mittlere absolute Feuchtigkeit, die stark unternormal war, was mit der negativen Temperatur-Abweichung vollkommen übereinstimmt. Der Juli hatte einen sehr grossen Werth, obgleich die Temperatur der Luft etwas unter dem Normalwerth stand. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die relative Feuchtigkeit im genannten Monate sehr gross war.

Die Monats-Maxima, die Monats-Minima und deren Differenzen hatten im Berichtsjahre die nachstehenden Werthe:

	Maximum.	Minimum.	Differenz.
Januar	4.6 mm.	0.2 mm.	4.4 mm.
Februar	4.9 „	0.6 „	4.3 „
März	5.3 „	0.8 „	4.5 „
April	8.4 „	1.9 „	6.5 „
Mai	10.9 „	3.0 „	7.9 „
Juni	15.6 „	3.2 „	12.4 „
Juli	20.5 „	5.9 „	14.6 „
August	17.0 „	5.3 „	11.7 „
September . . .	14.2 „	2.9 „	11.3 „
October	9.9 „	1.7 „	8.2 „

	Maximum.	Minimum.	Differenz.
November . . .	5.3 mm.	0.8 mm.	4.5 mm.
December . . .	5.2 „	0.2 „	5.0 „
Jahresmittel . .	10.1 mm.	2.2 mm.	7.9 mm.
Jahresextreme . .	20.5 „	0.2 „	20.3 „

Diese Werthe fallen innerhalb normaler Grenzen. Das Minimum 0,2 mm. ist bedingt durch die niedrigen Temperaturen im Januar und im December, bei denen sehr geringe Quantitäten Wasserdampf die Luft zu sättigen vermögen. Das Jahres-Maximum mit 20,5 mm. ist auch noch nicht annormal, denn im Vorjahr hatten wir, freilich zum ersten Mal, den hohen Werth von 22,7 mm. Aber als Juli-Maximum ist der Werth von 20,5 mm. zum ersten Mal zu verzeichnen, denn das hohe vorjährige Maximum wurde im August beobachtet. Bisher galt das Maximum für den Juli 1900 mit 19,4 mm. als der höchste Werth für das Juli-Maximum. Der diesjährige übertrifft ihn um 1,1 mm.

Den täglichen Gang der absoluten Feuchtigkeit findet man in der nachfolgenden Tabelle.

Täglicher Gang der absoluten Feuchtigkeit in Millimetern.

STUNDE.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
0^h a. m.	1.4	2.1	3.0	4.6	6.2	10.0	12.6	10.0	7.6	5.6	2.8	1.8	5.6
1 „	1.3	2.1	2.9	4.5	6.2	9.8	12.4	9.9	7.6	5.6	2.8	1.8	5.6
2 „	1.3	2.1	2.8	4.5	6.1	9.6	12.1	9.8	7.4	5.5	2.8	1.8	5.5
3 „	1.3	2.1	2.8	4.5	6.0	9.4	11.9	9.9	7.3	5.4	2.7	1.8	5.5
4 „	1.3	2.1	2.8	4.5	6.0	9.4	11.7	9.8	7.1	5.4	2.7	1.8	5.4
5 „	1.3	2.0	2.7	4.4	6.0	9.6	11.7	9.6	7.1	5.3	2.8	1.7	5.4
6 „	1.3	2.0	2.7	4.5	6.1	9.7	12.1	9.6	7.0	5.2	2.7	1.7	5.4
7 „	1.4	2.0	2.7	4.6	6.1	9.9	12.3	9.6	7.1	5.2	2.7	1.7	5.4
8 „	1.4	2.0	2.8	4.6	6.3	10.2	12.5	9.6	7.3	5.3	2.8	1.8	5.6

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
9h a. m.	1.4	2.0	3.0	4.7	6.1	10.3	12.7	6.9	7.4	5.4	2.8	1.8	5.6
10 „	1.4	2.1	3.1	4.8	5.9	10.1	12.8	9.4	7.5	5.6	2.8	1.8	5.6
11 „	1.5	2.2	3.1	4.7	5.8	10.1	12.7	9.5	7.7	5.8	2.8	1.8	5.6
Mittag	1.5	2.3	3.2	4.6	6.0	10.1	12.5	9.4	7.9	5.9	2.8	1.8	5.7
1 p. m.	1.5	2.3	3.1	4.6	6.1	9.9	12.5	9.2	7.9	5.8	2.8	1.8	5.6
2 „	1.5	2.3	3.1	4.7	6.1	10.0	12.6	9.3	8.0	5.9	2.9	1.8	5.7
3 „	1.5	2.3	3.2	4.7	6.3	10.1	12.8	9.4	8.0	6.0	2.9	1.8	5.8
4 „	1.5	2.3	3.1	4.6	6.3	10.0	12.8	9.6	7.9	5.8	2.9	1.8	5.7
5 „	1.5	2.2	3.1	4.6	6.4	10.0	12.8	9.7	7.9	5.8	2.9	1.8	5.7
6 „	1.4	2.2	3.1	4.6	6.4	10.0	12.7	9.8	7.8	5.7	2.9	1.8	5.7
7 „	1.4	2.2	3.1	4.6	6.4	10.0	12.7	10.0	7.9	5.8	2.9	1.8	5.7
8 „	1.4	2.1	3.1	4.6	6.3	10.1	13.0	10.1	7.9	5.8	2.8	1.8	5.8
9 „	1.4	2.1	3.1	4.7	6.3	10.4	13.2	10.3	8.0	5.8	2.8	1.8	5.8
10 „	1.4	2.1	3.0	4.7	6.3	10.4	13.2	10.3	7.8	5.8	2.8	1.8	5.8
11 „	1.4	2.1	3.0	4.8	6.2	10.3	13.0	10.2	7.7	5.7	2.8	1.8	5.8
12 „	1.4	2.1	3.0	4.7	6.2	10.2	12.7	10.0	7.6	5.6	2.8	1.8	5.7

In den wärmeren Monaten ist das Abend-Maximum durchweg höher, als das Vormittags-Maximum und das Haupt-Minimum fällt auf die frühen Morgenstunden, mit Ausnahme des Mai und des August.

Die mittleren Tagesextreme und Tagesamplituden hatten die folgenden Werthe in den einzelnen Monaten:

1907.	Mittlere. Maxima. mm.	Mittlere. Minima. mm.	Mittlere. Amplituden. mm.
Januar . . .	1.7	1.0	0.7
Februar . . .	2.6	1.8	0.8

	Mittlere. Maxima. mm.	Mittlere. Minima. mm.	Mittlere. Amplituden. mm.
März	3.5	2.4	1.1
April	5.4	4.0	1.4
Mai	7.6	5.0	2.6
Juni	11.6	8.6	3.0
Juli	14.3	10.9	3.4
August . . .	11.6	8.4	3.2
September . .	9.3	6.3	3.0
October . . .	6.5	4.7	1.8
November . .	3.3	2.3	1.0
December . .	2.2	1.4	0.8
Jahr	6.6	4.7	1.9

Die Tagesamplituden schwankten in den folgenden Grenzen:

1907.	Grösste Tagesamplitude. mm.	Kleinste Tagesamplitude. mm.	Diffrenzen. mm.
Januar	2.2	0.1	2.1
Februar	1.7	0.2	1.5
März	1.9	0.5	1.4
April	3.9	0.3	3.6
Mai	6.0	1.0	5.0
Juni	5.8	1.1	4.7
Juli	6.3	1.3	5.0
August	6.8	1.3	5.5
September	6.2	0.8	5.4
October	4.5	0.6	3.9
November	2.6	0.2	2.4
December	1.9	0.1	1.8
Jahresmittel . . .	4.2	0.6	3.6
Jahresextreme . .	6.8	0.1	6.7

Die kleinste Tagesamplitude mit 0,1 mm. ist nicht ungewöhnlich, dass aber die Tagesamplitude im Maximum nur 6.8 mm. erreichte,

das haben wir in den letzten zwölf Jahren nicht gehabt. Die kleinsten bisher im Verlauf eines Jahres beobachteten Maxima der Tagesamplituden waren im Jahre 1900 mit 7,3 mm. notirt, dem sich das Jahr 1904 mit 7,4 mm. anschliesst. Im August des vorigen Jahres (1906) hatten wir eine Tagesamplitude von 11,1 mm. zu verzeichnen.

Relative Feuchtigkeit.

Die Registrirungen des grossen Richard'schen Haar-Hygrographen ergaben folgende Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit, denen die zwanzigjährigen Normalwerthe (nach den Jahren 1870—1890) beigefügt sind.

1907.		Normal.	Abweichungen.
Januar	84%	86%	—2%
Februar	88	83	+5
März	81	80	+1
April	76	74	+2
Mai	67	67	0
Juni	78	69	+9
Juli	79	71	+8
August	78	77	+1
September . . .	80	80	0
October	80	83	—3
November . . .	90	87	+3
December . . .	88	87	+1
Jahresmittel . .	80%	79%	+1%

Die Monate Juni und Juli hatten eine sehr grosse relative Feuchtigkeit, die 8% resp. 9% über dem Normalwerth stand. Wir haben oben gesehen, dass der Juli eine sehr grosse absolute Feuchtigkeit hatte, während der Juni nur eine Abweichung von 0,3 mm. hatte.

Die Monats-Extreme hatten folgende Beträge:

1907.	Maxima.	Minima.	Differenz.
Januar	98%	54%	44%
Februar	97	55	42

1907.	Maxima.	Minima.	Differenz.
März	99%	39%	60%
April	99	37	62
Mai	96	32	64
Juni	97	27	70
Juli	96	41	55
August	99	34	65
September . . .	98	42	56
October	97	39	58
November . . .	100	65	35
December . . .	100	80	20
Jahresmittel . .	98%	45%	53%
Jahresextreme . .	100	27	73

Täglicher Gang der relativen Feuchtigkeit in Procenten.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
0h. a. m.	84	90	88	82	78	86	90	91	90	87	91	88	87
1 „	84	91	88	83	79	87	91	91	91	88	92	89	88
2 „	84	91	89	84	82	89	91	92	91	88	92	89	88
3 „	84	91	89	85	83	90	92	93	91	88	91	89	89
4 „	84	91	90	86	85	90	92	94	91	89	91	89	89
5 „	85	91	90	86	84	89	92	94	91	89	92	89	89
6 „	85	91	90	86	80	86	91	93	92	90	91	89	89
7 „	85	91	90	83	73	82	87	88	91	90	92	89	87
8 „	86	92	90	80	69	77	82	83	87	89	92	90	85
9 „	86	91	87	78	63	71	77	75	81	84	91	89	81
10 „	85	91	81	74	58	65	73	69	74	77	90	89	77
11 „	84	89	76	71	56	62	68	65	69	72	89	89	74

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
Mittag	83	87	71	68	54	59	46	60	66	68	88	89	71
1h p. m.	82	84	68	66	51	59	62	57	64	64	87	88	69
2 „	82	83	67	67	51	58	62	57	63	63	87	87	69
3 „	82	82	67	66	52	57	63	58	64	63	88	87	69
4 „	82	82	68	66	53	57	65	59	64	65	89	88	70
5 „	83	83	72	68	55	58	66	61	66	65	90	88	71
6 „	84	86	75	70	57	60	68	66	71	74	90	88	74
7 „	84	87	80	73	60	64	72	72	77	79	90	88	77
8 „	84	88	82	74	64	69	78	80	81	81	90	88	80
9 „	84	89	84	78	68	76	84	85	85	84	90	88	83
10 „	84	90	85	80	73	81	86	87	87	84	90	88	85
11 „	84	90	86	81	69	84	89	90	88	86	91	88	86
12 „	84	90	88	82	77	86	90	91	90	87	91	88	87

Die mittleren Tages-Maxima, Tages-Minima und Tages-Amplituden hatten in den einzelnen Monaten die nachstehenden Werthe:

1907.	Mittlere Maxima.	Mittlere Minima.	Mittlere Amplituden.
Januar	87%	79%	8%
Februar	93	81	12
März	93	65	28
April	91	61	30
Mai	88	47	41
Juni	92	53	39
Juli	95	58	37
August	95	54	41
September	95	60	35
October	93	61	32
November	96	84	12
December	91	85	6
Jahresmittel . . .	92%	66%	26%

Von den Tagesamplituden haben wir noch folgende grösste und kleinste Werthe hervorzuheben:

1907.	Grösste Tages-amplitude.	Kleinste Tages-amplitude.	Differenz.
Januar	22%	0%	22%
Februar	35	0	35
März	56	9	47
April	58	5	53
Mai	55	23	32
Juni	70	12	58
Juli	52	10	42
August	60	15	45
September	53	17	36
October	51	3	48
November	31	1	30
December	14	0	14
Jahresmittel . . .	46%	8%	38%
Jahresextreme . .	70	0	70

Die grösste Tagesamplitude wurde am 2. Juni beobachtet, an welchem Tage das Maximum mit 97% von 2^h bis 4^h a. m. registrirt wurde, während das Minimum mit 27% zwischen 2^h und 3^h p. m. eintrat.

Bewölkung.

Die Beobachtungen der Bewölkung wurden von den Herren Gurjanow und Lebedew ausgeführt, also Beobachter, die sich an den speziellen Beobachtungen der Bewölkung, die nahezu sechs Jahre angestellt wurden, nicht betheiligt hatten und denen absichtlich keinerlei Instructionen über die Eintheilung des Himmelsgewölbes in Zehntel gegeben wurden[1]). Dies geschah im Sinne der internationalen Satzungen und entsprechenden Instructionen für die Beobachter, damit unsere Beobachtungen möglichst „gleichwerthig" denen der übrigen Stationen in Russland seien. Nach diesen Beobachtun-

[1]) Ernst Leyst. Ueber Schätzung der Bewölkung. Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou, № 3 und 4, Jahrg. 1906, Seite 217—269.

gen betrugen die Monatsmittel der Bewölkung in diesem Jahre und ihre Abweichungen von den Normalwerthen:

1907.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	Mittel.	Normal.	Abweich.
Januar	7.5	8.0	7.5	7.7	7.7	0.0
Februar . . .	9.3	8.3	7.1	8.2	6.9	+1.3
März	7.5	7.4	6.8	7.2	6.4	+0.8
April	7.7	8.2	7.4	7.8	5.8	+2.0
Mai	6.6	8.9	4.7	6.7	5.4	+1.3
Juni	7.7	7.9	7.2	7.6	5.3	+2.3
Juli	7.7	8.5	7.1	7.8	4.9	+2.9
August	7.6	8.6	6.4	7.5	5.4	+2.1
September . .	7.3	7.3	5.5	6.7	5.8	+0.9
October . . .	7.6	6.9	5.1	6.5	7.1	—0.6
November . .	9.7	9.1	8.5	9.1	8.5	+0.6
December . .	8.1	9.7	8.1	8.6	8.1	+0.5
Jahr	7.9	8.2	6.7	7.6	6.4	+1.2

In den wärmeren Monaten Mai bis September hatten wir sehr niedrige Temperaturen und dem entsprechend auch höhere Bewölkungsgrade. Die grosse Mittagsbewölkung verhindert die Einstrahlung und verringert damit die Temperatur; die geringere Morgen- und besonders Abendbewölkung begünstigt die Ausstrahlung und erniedrigt damit ebenfalls die Temperatur.

Seit dem Jahre 1896 haben wir die Anzahl der „wolkenlosen" Tage, an denen alle drei Termine die Notiz 0 hatten, der „heiteren" Tage, die nach den internationalen Vereinbarungen bei 3 Terminen täglich die Wolkensumme von 0 bis 5 haben, der „mittleren", deren Summe in den Grenzen 6 bis 24 liegt, den „trüben", die nach den internationalen Bestimmungen die Summe zwischen 25 und 30 haben, und endlich die „ganz trüben" mit der Bewölkung 10 an allen 3 Terminen, für die einzelnen Monate ausgezählt und mitgetheilt. Nachstehend findet man diese Werthe für das Jahr 1907 aufgeführt.

1907.	Anzahl der Tage: Wolkenlose.	Heitere.	Mittlere.	Trübe.	Ganz trübe.
Januar	3	3	9	19	19
Februar	0	0	11	17	17
März	4	4	9	18	15
April	3	4	6	20	18
Mai	0	1	21	9	6
Juni	2	2	11	17	14
Juli	0	0	16	15	12
August	0	0	17	14	9
September	4	5	10	15	8
October	3	4	14	13	12
November	0	0	6	24	22
December	0	0	11	20	19
Jahr	19	23	141	201	171

Für die einzelnen Jahreszeiten findet man:

1907.	Wolkenlose.	Heitere.	Mittlere.	Trübe.	Ganz trübe.
Bewölkungssume:	0	0—5	6—24	25—30	30
Winter	3	3	31	56	55
Frühling	7	9	36	47	39
Sommer	2	2	44	46	35
Herbst	7	9	30	52	42

Im Jahresmittel haben wir anstatt 11 normale wolkenlose Tage im Jahre 1907 deren 19 gehabt, also beinahe 2 Mal so viel; sie haben sich hauptsächlich auf den Frühling und Herbst vertheilt, wo sie wenig Einfluss auf den Wärmehaushalt haben. Die Anzahl der sogenannten „heiteren“ Tage ist im Durchschnitt vieler Jahre gleich 9 für die drei Sommermonate, in diesem Jahre sind ihrer nur 2. Nimmt man hinzu, dass die drei Sommermonate im normalen Verlauf nur 17 ganz trübe Tage haben, in diesem Jahr aber 35 ganz trübe Tage waren, also das Doppelte, so ist es erklärlich, dass der Sommer kalt und trübe war.

Dauer des Sonnenscheins.

Der Sonnenschein betrug in Stunden wahrer Sonnenzeit, ohne Rücksicht auf die Zeitgleichung, nach dem auf dem Thurm aufgestellten Sun-shine-Recorder von Campbell-Stokes:

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
						*							*
5^h— 6^h a. m.					14.8	5.0	10.5	3.4					33.7
6 — 7 „					15.8	9.4	12.7	6.3					44.2
7 — 8 „			4.1	5.0	16.6	10.9	14.7	9.6	5.4	1.0			67.3
8 — 9 „	1.4	1.1	10.0	6.8	16.9	11.6	15.0	13.8	13.7	11.0	0.7		102.0
9 —10 „	2.2	3.9	12.8	6.7	18.3	11.6	17.4	15.1	13.8	17.0	0.3		119.1
10 —11 „	5.8	5.8	14.8	7.6	17.3	11.6	18.8	18.2	15.9	20.4	2.0		138.2
11 —12 „	6.6	5.8	16.4	11.2	18.2	13.5	18.0	18.6	15.6	19.4	3.2	0.3	146.8
0 — 1 p. m.	6.4	7.5	15.4	11.9	20.5	14.1	17.6	19.1	14.7	19.1	4.6	0.1	151.0
1 — 2 „	6.6	8.8	13.3	10.5	17.6	12.2	17.7	18.7	16.0	16.8	2.7	0.1	141.0
2 — 3 „	4.8	6.7	11.0	9.5	17.9	13.8	16.2	15.3	14.8	13.8	2.2		126.0
3 — 4 „	0 9	3.9	7.5	6.5	13.8	14.1	15.4	14.6	12.7	11.4	0.7		101.5
4 — 5 „		0.1	1.5	3.4	12.9	11.5	13.8	10.4	5.3	1.9			60.8
5 — 6 „					12.2	11.0	11.0	7.6					41.8
6 — 7 „					4.8	6.4	6.8	1.8					19.8
7 — 8 „													
Summe .	34.7	43.6	106.8	79.1	217.6	156.7	205.6	172.5	127.9	131.8	16.4	0.5	1293.2

Es muss hier gleich erwähnt werden, dass die Registrirung wegen Mangel an Papier von 24 bis 30 Juni ausgefallen ist, somit von den 30 Junitagen nur 23 vorliegen, während sieben fehlen. Der Ausfall dürfte aber nicht von grossem Betrage sein, denn an

den genannten 7 Tagen hatte der Morgentermin am 24. die Bewölkung 6 und der Abendtermin am 30. Juni hatte die Bewölkung 2, während alle übrigen 19 Termine die Bewölkung 10 hatten. Es regnete in dieser Zeit alle Tage. Dessenungeachtet kann doch dazwischen Sonnenschein gewesen sein, wie ich im vorigen Jahr, Seite 434 (33), an einigen Beispielen gezeigt habe.

Verhältnissmässig viel Sonnenschein hatten die Monate März und October, während der April auffallend wenig Sonnenschein registrirte.

Die Anzahl der Tage mit Sonnenschein und die mittlere Dauer des Sonnenscheins wurde in früherer Weise ermittelt und ergab die nachstehenden Resultate:

1907.	Anzahl der Sonnenscheintage.	Mittlere Dauer des Sonnenscheins.
Januar	10 Tage	3.5 Stunden
Februar	11 „	4.0 „
März	19 „	5.6 „
April	13 „	6.1 „
Mai	29 „	7.7 „
Juni	18* „	8.7 „
Juli	27 „	7.6 „
August	29 „	5.9 „
September	24 „	5.3 „
October	23 „	5.7 „
November	6 „	2.7 „
December . . .	3 „	0.2 „
Jahr	212* Tage	6.1 Stunden.

Die Anzahl der Tage für den Juni und das Jahr sind mit Sternchen gekennzeichnet, da im Juni einige Tage fehlen, wie oben erwähnt.

Niederschlag.

Die Niederschläge wurden sowohl direct gemessen, als auch in den meisten Monaten registrirt. Die directen Messungen wurden um 7^h a. m. angestellt und zwar an einem Regenmesser mit dem Nipher'schen Schutztrichter. Die Monatssummen betragen:

Januar	44.7	mm.,	davon	4.8	mm.	an	einem	Tage
Februar	12.5	„	„	3.6	„	„	„	„
März	19.3	„	„	5.8	„	„	„	„
April	43.8	„	„	24.8	„	„	„	„
Mai	25.7	„	„	4.0	„	„	„	„
Juni	92.3	„	„	28.5	„	„	„	„
Juli	57.7	„	„	9.8	„	„	„	„
August	96.8	„	„	14.3	„	„	„	„
September	38.9	„	„	9.8	„	„	„	„
October	9.2	„	„	3.0	„	„	„	„
November	34.1	„	„	11.4	„	„	„	„
December	55.1	„	„	10.0	„	„	„	„
Jahr	530.1	mm.,	davon	28.5	mm.	an	einem	Tage.

Das Jahresquantum der Niederschläge ist ganz normal; abweichend vom normalen Verlauf ist der Werth im Juli, welcher Monat sonst das Maximum der Niederschläge giebt, in diesem Jahr aber von den regenreichen Monaten Juni und August eingeschlossen ist. Der Februar und der Mai haben kaum die Hälfte der Durchschnittssumme der Niederschläge und der October steht ganz vereinzelt da.

Die Anzahl der Niederschlagstage betrug in diesem Jahr:

1907.	Von: mm. 0.1 bis: 0.9	mm. 1.0 1.9	mm. 2.0 2.9	mm. 3.0 3.9	mm. 4.0 4.9	mm. 5.0 9.9	mm. 10.0 19.9	Ueber mm. 20.0
Januar	9	6	2	3	4	—	—	—
Februar	8	—	1	2	—	—	—	—
März	7	2	1	—	1	1	—	—
April	4	3	2	1	—	1	—	1
Mai	7	4	4	1	1	—	—	—
Juni	8	1	1	1	—	2	3	1
Juli	8	2	3	—	1	5	—	—
August	8	3	2	4	1	5	3	—
September . .	5	1	1	3	—	3	—	—
October	4	—	2	1	—	—	—	—
November . . .	16	4	—	2	1	—	1	—
December . . .	17	4	1	1	—	3	1	—
Jahr	101	30	20	19	9	20	8	2

Sehr gross ist die Zahl der Tage mit schwachen Niederschlägen von 0,1 bis 0,9 mm., nämlich 101 Tage von 209 Niederschlagstagen oder 48%, während 39% normal ist. Trotz vieler Niederschlagstage blieb das Jahresquantum normal, weil bei den häufigen, aber geringen Niederschlägen die Zahl der Tage vergrössert wird, ohne dass die Summe deshalb anzuwachsen braucht.

Die Gesammtzahl der Niederschlagstage, der Schneetage und der Tage mit Hagel und Graupeln betrug in diesem Jahr:

	Niederschlag.	Schnee.	Hagel.	Graupeln.
Januar	24	24	—	—
Februar . . .	11	11	—	—
März	12	12	—	—
April	12	4	—	—
Mai	17	1	—	4
Juni	17	—	1	1
Juli	19	—	2	—
August	26	—	—	—
September. . .	13	1	—	—
October	7	1	—	—
November . . .	24	24	—	—
December . . .	27	27	—	1
Jahr	209	105	3	6

Die normale Anzahl von Niederschlagstagen ist 171, also bedeutend kleiner, als der diesjährige Werth.

Schneefrei waren nur die drei Sommermonate. Der letzte Schnee fiel am 14. Mai und der erste Herbstschnee am 24. September.

Die vom vorhergehenden Jahre herübergekommene Schneedecke hatte am 1. Januar 1907 eine Dicke von 45 cm., die Ende Januar auf 66 cm. angewachsen war. Das Januarmittel betrug 46 cm. Im Februar hielt sich die Schneedecke anfangs auf der Höhe 66 cm., sank dann gegen Ende Februar bis auf 55 cm., so dass das Februarmittel 61 cm. betrug. Im März war das Monatsmittel 46 cm. und ging mit 25 cm. auf den April über. Im April schmolz sie in den ersten 5 Tagen zusammen; am 22. April fiel soviel Schnee, dass der Erdboden eine 4 cm. dicke Schneeschicht trug, doch schon am nächsten Tage war keine messbare Dicke vorhanden.

Weder der Schneefall im September, noch der Schnee vom October waren im Stande den Erdboden zu bedecken und erst am 2. November bedeckte sich der Boden mit einer Schneedecke, die bis zum Jahresschluss auf 44 cm. anwuchs.

Die selbstregistrirenden Instrumente lieferten folgende Werthe:

Stunden.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	November.	December.
0^h — 1^h a.m.	0.5	5.1	0.2	3.1	0.6	0.8	4.0
1 — 2 „	0.3	3.5	0.6	8.7	0.0	0.6	3.2
2 — 3 „	0.8	1.3	1.5	4.4	0.0	0.8	2.3
3 — 4 „	0.4	1.3	0.0	3.5	0.2	0.9	2.6
4 — 5 „	0.6	2.1	0.1	2.3	0.4	1.7	2.9
5 — 6 „	0.2	1.3	0.7	4.4	1.8	2.0	2.0
6 — 7 „	0.1	2.9	0.6	6.0	4.4	2.6	1.3
7 — 8 „	2.1	2.7	3.2	7.5	3.0	1.9	1.1
8 — 9 „	1.0	0.4	1.6	0.3	1.9	2.4	1.4
9 —10 „	1.0	0.4	7.2	2.1	1.9	1.8	1.9
10 —11 „	1.4	3.1	0.8	3.4	2.2	2.3	2.6
11 —12 „	0.6	1.1	1.1	2.7	1.5	1.7	3.3
0 — 1^h p.m.	0.3	10.1	3.6	0.7	1.0	2.2	2.6
1 — 2 „	1.3	6.7	5.1	0.7	4.2	1.3	1.4
2 — 3 „	0.9	6.5	3.1	1.7	7.3	1.7	2.1
3 — 4 „	0.8	2.7	10.7	6.4	1.8	1.5	1.4
4 — 5 „	2.5	7.4	7.9	1.2	0.3	1.4	1.8
5 — 6 „	1.6	1.5	4.9	4.4	1.0	1.3	2.4
6 — 7 „	2.5	20.7	3.6	2.6	0.3	1.0	2.7
7 — 8 „	1.5	1.5	0.8	2.6	0.9	1.1	2.6
8 — 9 „	1.9	2.4	0.4	2.4	1.4	1.3	1.8
9 —10 „	0.9	2.9	0.4	5.3	2.1	0.8	1.9
10 —11 „	1.2	1.2	0.1	1.2	0.6	1.2	2.5
11 —12 „	1.0	3.6	0.5	21.0	1.9	0.4	3.2
Monatssumme .	25.4	92.4	58.7	98.6	40.7	34.7	55.0

Die Monate Mai bis September wurden nach dem selbstregistrirenden Regenmesser Hellmann-Fuess mitgetheilt. Die Summe nach diesem Instrument betrug für die 5 Monate

315,8 mm.

und nach dem Regenmesser

311,4 mm.

somit ein Unterschied von 4,4 mm., der sich leicht dadurch erklären lässt, dass beim selbstregistrirenden Regenmesser nichts durch die Verdunstung verloren geht.

Im October wurde dieses Instrument durch den selbstregistrirenden Schneemesser Hellmann-Fuess ersetzt. Der Vergleich mit dem Regenmesser ergiebt:

selbstregistrirendes Instrument . . 89,7 mm.
Regenmesser mit Schutztrichter . 89,2 „

somit eine sehr befriedigende Uebereinstimmung. Der selbsregistrirende Schneemesser verlangt eine sehr sorgfältige Aufsicht, indem sich Reif in den Zwischenwänden ansetzt und dadurch Reibung veranlasst.

Richtung und Stärke des Windes.

Nachstehend findet man die Häufigkeiten der Richtungen an den drei Terminen.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
N	5	—	5	19	6	4	9	9	6	5	10	1	79
NNE	15	—	3	—	2	13	3	—	1	6	1	4	48
NE	3	—	2	1	1	2	11	1	—	—	—	13	34
ENE	6	2	—	—	5	6	3	—	2	3	2	5	34
E	—	2	5	7	—	3	7	—	1	1	2	1	29
ESE	5	6	16	3	1	8	8	2	7	4	36	6	102
SE	10	17	14	32	4	15	7	5	1	3	11	8	127
SSE	1	8	3	4	1	—	3	4	5	2	1	6	38
S	4	5	2	1	7	2	2	1	1	—	1	2	28
SSW	—	2	1	1	4	—	3	6	4	13	—	1	35
SW	4	9	5	—	10	1	16	23	12	17	4	10	111
WSW	1	2	5	7	9	1	4	5	11	2	3	3	53
W	—	3	12	10	16	2	2	9	7	3	3	8	75
WNW	1	9	4	—	8	7	1	10	5	3	3	9	60
NW	16	2	5	2	3	2	1	10	7	12	4	8	72
NNW	10	1	5	—	8	4	—	5	8	2	7	5	55
Windstille.	12	16	6	3	8	20	13	3	12	17	2	3	115

Diese Richtungen des Windes, ebenso die nachfolgende Stärke, sind den Aufzeichnungen eines Anemographen Sprung-Fuess entnommen.

Windstärke in Kilometern pro Stunde.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	August.	September.	October.	November.	December.
1h. a. m. . .	17	14	13	15	14	11	14	12	10	17	18
2 „ . .	17	14	14	15	13	10	14	12	11	17	18
3 „ . .	16	14	14	15	12	9	13	13	11	17	18
4 „ . .	16	14	14	14	12	9	13	13	11	17	17
5 „ . .	15	14	14	15	12	9	12	12	10	18	17
6 „ . .	17	14	14	15	13	10	12	12	10	17	16
7 „ . .	16	14	14	16	14	11	13	12	10	17	17
8 „ . .	17	13	15	17	18	12	15	13	10	18	16
9 „ . .	17	13	16	19	19	14	15	14	11	19	17
10 „ . .	17	13	17	21	22	16	18	16	12	19	17
11 „ . .	18	14	19	22	24	17	20	17	13	19	18
Mittag	18	14	18	23	24	17	20	16	14	19	19
1h. p. m. . .	17	14	19	23	24	18	21	18	14	19	20
2 „ . .	17	14	19	22	25	19	22	18	16	19	19
3 „ . .	18	14	19	22	25	18	22	19	17	20	19
4 „ . .	18	15	20	23	26	18	21	19	16	20	19
5 „ . .	18	15	19	22	23	18	20	17	14	20	20
6 „ . .	17	15	17	21	21	17	18	14	13	20	20
7 „ . .	17	15	16	19	19	16	16	13	13	20	20
8 „ . .	18	15	17	18	16	14	16	12	13	19	21
9 „ . .	17	15	17	17	15	12	15	13	13	18	21
10 „ . .	17	14	16	17	15	11	15	13	12	18	20
11 „ . .	18	14	15	16	15	11	14	13	12	17	19
12 „ . .	18	14	14	15	14	10	14	12	11	17	18

Abgesehen von einzelnen ganz kurzen Lücken, war der Anemograph im Juli und an den letzten vier Junitagen nicht in Thätigkeit, da in Moskau kein geeignetes Papier für die Registrirung zu bekommen war und solches aus Berlin verschrieben werden

musste. Unglücklicher Weise war die erste Sendung nicht brauchbar, da das Papier zu schmal war, und ehe eine neue Sendung anlangte, waren mehr als 5 Wochen verstrichen und die Registrirungen für diese Zeit ausgefallen.

Die mittlere Windstärke aus 24-stündigen Werthen betrug in den einzelnen Monaten:

Januar	17	Kilometer pro Stunde.
Februar . . .	14	„ „ „
März	16	„ „ „
April	18	„ „ „
Mai	18	„ „ „
Juni	14	„ „ „
Juli	—	„ „ „
August	16	„ „ „
September .	15	„ „ „
October . . .	13	„ „ „
November . .	18	„ „ „
December . . .	18	„ „ „

Hydrometeore, optische und electrische Erscheinungen.

Reif wurde im Mai 6, Juni 9, Juli 14, August 15, September 14 und im October 5 Mal beobachtet, somit im Jahre 1907 im Ganzen 63 Mal.

Rauhfrost wurde notiert im Januar 11 Mal, im Februar 14, im März 9, im October 11, im November 6 und im December 9 Mal, also im Ganzen 60 Mal.

Glatteis wurde beobachtet im October 1 Mal, im November 3 Mal, und im December 1 Mal; im Jahr 5 Mal.

Schneegestöber trat ein im Januar 4 Mal, Februar 1, März 2, November 2 und im December 4 Mal; im Jahr 13 Mal.

Regenbogen wurde nur 2 Mal im Juni notiert.

Sonnenringe wurden 3 Mal beobachtet und zwar je ein Mal im Januar, October und December.

Mondringe erschienen ein Mal im März, April, September, November und zwei Mal im December; also im ganzen Jahr 6 Mal.

Sonnenhöfe wurden nicht bemerkt.

Mondhöfe wurden beobachtet je 1 Mal im Januar, Februar, April und August und je 2 Mal im März und October, mithin im Ganzen 8 Mal.

Säule durch den Mond wurde im Januar ein Mal gesehen.

Nordlicht ist nicht bemerkt worden.

Gewitter war im Mai 1 Mal, im Juni 4 Mal, im Juli 4 Mal, im August 5 Mal und im September 1 Mal, somit in diesem Jahr 15 Mal.

Wetterleuchten wurde ein Mal im August bemerkt.

Записка о Torymidae, личинки которыхъ живутъ внутри сѣмянъ Pomaceae.

В. Н. Родзянко.

Commentatio de Torymidis, quarum larvae in seminibus Pomacearum vitam agunt.

Scripsit

W. N. Rodzianko.

Среди перепончатокрылыхъ насѣкомыхъ, относящихся къ семейству Torymidae и къ колѣну (tribus) Chalcidina, очень многія живутъ въ своемъ несовершенномъ состояніи въ галлахъ, производимыхъ орѣхотворками (Cynipidae) и галлицами (Cecidomyidae). Помѣщаясь въ полостяхъ или камерахъ галловъ, личинки этихъ видовъ Torymidae высасываютъ снаружи личинокъ и куколокъ вышеназванныхъ производителей галловъ. Слѣдовательно въ указанной стадіи своего развитія эти Torymidae принадлежатъ къ зоопаразитнымъ насѣкомымъ.

Но, кромѣ зоопаразитныхъ видовъ, семейство Torymidae заключаетъ въ себѣ еще такіе, личинки которыхъ живутъ въ сѣменахъ различныхъ растеній и питаются незрѣлымъ сѣмяннымъ ядромъ (nucleus), т.-е. зародышемъ растенія, являясь такимъ образомъ растеніеядными или фитопаразитными.

Какъ извѣстно, многіе галлы очень сходны въ различныхъ отношеніяхъ съ плодами. Самки какъ зоопаразитныхъ, такъ и растеніеядныхъ видовъ Torymidae при откладкѣ яичекъ поступаютъ оди-

наково [1]). Усѣвшись въ первомъ случаѣ на галлъ, во второмъ— на незрѣлый плодъ, самка прокалываетъ его своимъ часто очень длиннымъ яйцекладомъ и откладываетъ яичко, въ одномъ случаѣ въ камеру галла, въ каковыхъ камерахъ помѣщаются въ своемъ несовершенномъ состояніи Cynipidae и Cecidomyidae, въ другомъ — внутрь незрѣлаго сѣмечка, гдѣ находится сѣмянное ядро. Вылупившіяся изъ яичекъ личинки въ обоихъ случаяхъ оказываются заключенными въ загражденныхъ со всѣхъ сторонъ вмѣстилищахъ; тамъ онѣ питаются, растутъ, линяютъ и наконецъ превращаются въ куколокъ и затѣмъ въ совершенныхъ насѣкомыхъ. Сходство во всѣхъ указанныхъ особенностяхъ жизни между зоопаразитными и растеніеядными Torymidae является такимъ образомъ полнымъ; но какая разница въ другомъ отношеніи. Зоопаразитныя Torymidae, живущія въ галлахъ, уничтожаютъ, какъ сказано, маленькихъ Cynipidae и еще болѣе мелкихъ Cecidomyidae, а растеніеядныя или фитопаразитныя—зародыши растеній, которые въ иныхъ случаяхъ могли бы, постепенно развиваясь, превратиться въ большія деревья!

---

1. **Syntomaspis druparum**, Dalman.

Изъ извѣстныхъ въ настоящее время фитопаразитныхъ Torymidae болѣе другихъ обращала на себя вниманіе *Syntomaspis druparum*, Dalm., Bohem.

Однимъ изъ наиболѣе старинныхъ сообщеній объ образѣ жизни этого насѣкомаго является докладъ, представленный François Berger Парижскому Филоматическому Обществу (Société Philomathique de Paris). Въ этомъ докладѣ были изложены результаты очень точныхъ изысканій, что доказываетъ напечатанное извлеченіе изъ него [2]). Послѣднее было въ свое время довольно извѣстно; между

---

[1]) Сравн.: **C. De Geer**. Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. Tome II, partie 2. Stockholm, 1771, pag. 879—881.

Здѣсь описанъ процессъ откладки яичка самкою *Torymus inconstans*, de Laporte, Walker (= *regius*, Nees, Mayr = *nigricornis*, Dalm., Bohem.) въ галлъ орѣхотворки *Dryophanta folii*, L. (= *scutellaris*, Oliv.), называемый въ обиходной рѣчи „дубовымъ яблочкомъ".

[2]) **Fr. Berger**. Extrait des observations sur un ver qui se trouve dans l'intérieur des pépins de la pomme d'api. „Bulletin des Sciences, par la So-

прочимъ еще потому, что было переведено на нѣмецкій языкъ [1]; J. O. Westwood въ своемъ „Введеніи въ современную классификацію насѣкомыхъ“ [2]) при перечисленіи литературы о Chalcidina указываетъ и на трудъ Fr. Berger.

Fr. Berger сообщаетъ, что въ яблокахъ той разновидности, которую по-французски называютъ „la pomme d'api“, часто встрѣчается личинка, которая не портитъ совсѣмъ мякоти плода, а повреждаетъ только сѣмечко. Снаружи невозможно усмотрѣть присутствія личинки внутри плода; „et même le pépin tiré de la capsule,—замѣчаетъ Fr. Berger,—ne paraît point endommagé: seulement il est plus mol“. Дѣйствительно, скорлупа у яблонныхъ и грушевыхъ сѣмянъ, занятыхъ личинками *Synt. druparum*, легко вдавливается внутрь, тогда какъ сѣмена, заключающія внутри себя ядро (nucleus), отличаются извѣстною твердостью.

Вскрывъ такое мягкое сѣмечко,—продолжаетъ Fr. Berger,—мы найдемъ въ немъ маленькую личинку, слегка серпообразно изогнутую („un peu courbée sur elle-même“). Она не выполняетъ собою вполнѣ занимаемую ею полость. Она бѣлаго цвѣта и имѣетъ въ длину около двухъ французскихъ линій. Ея тѣло состоитъ, не считая головы, изъ тринадцати сегментовъ; она безногая и двигается только съ трудомъ.

Fr. Berger наблюдалъ превращеніе личинокъ въ куколокъ. Куколочное состояніе продолжалось почти у всѣхъ 38—40 сутокъ.

Къ своему докладу Fr. Berger присоединилъ хорошіе рисунки, снятые имъ самимъ съ натуры. Эти рисунки воспроизведены на таблицѣ XVIII третьяго тома „Bulletin des Sciences“ (Planche XVIII, figures 1 A, B, C, D, E). Здѣсь находится изображеніе

---

ciété Philomathique de Paris“. Tome III, № 79, 1803, pag. 141 (Sub nomine: *Ichneumon [Chalcis] nigricornis*).

Въ этомъ третьемъ томѣ страницы 101—200 вслѣдствіе ошибки повторяются дважды; указанная страница (141) въ дѣйствительности—241-я.

[1]) **Fr. Berger.** Auszug der Beobachtungen über einen Wurm, welcher sich im Innern der Kerne des Apiapfel findet (Archiv für Zoologie und Zootomie. Herausgegeben von C. R. W. Wiedemann. Bd. 4, St. 2. Braunschweig, 1805, pag. 192—193).

Къ этому нѣмецкому переводу рисунки не были приложены.

[2]) **J. O. Westwood.** An Introduction to the modern classification of Insects. Vol. II. London, 1840, pag. 155 (здѣсь авторъ доклада вслѣдствіе описки или опечатки названъ „Boyer“).

вскрытаго яблоннаго сѣмечка (A), съ личинкою внутри, въ естественную величину; затѣмъ два изображенія сильно увеличенной личинки, съ нижней стороны (B) и сбоку (C); далѣе сильно увеличенной куколки самки сбоку (D); и наконецъ сильно увеличеннаго совершеннаго насѣкомаго, именно самки, съ верхней стороны (E).

Затѣмъ касательно исторіи жизни *Syntomaspis druparum* дѣлали сообщенія J. W. Dalman [1]), C. H. Boheman [2]), F. E. Guérin-Méneville [3]), C. G. Thomson [4]), D. von Schlechtendal [5]), G. Horváth [6]), I. A. Порчинскій [7]) и недавно C. A. Мокржецкій [8]).

---

[1]) **I. W. Dalman.** Försök till Uppställning af Insect-Familjen Pteromalini, i synnerhet med afseende på de i Sverige funne Arter (Infördt i Kongl. Vetenskaps-Academiens Handl.). Stockholm, 1820, praefatio, pag. XI (*Torymus druparum* e seminibus *Sorbi Scandicae*).

[2]) **C. H. Boheman.** Skandinaviska Pteromaliner. „Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar". Vol. 54. Stockholm, 1833, pag. 361—362 (*Torymus druparum* e seminibus *Sorbi Scandicae*).

[3]) **F. E. Guérin-Méneville.** Note sur un Chalcidite sorti des pépins d'une pomme (Annales de la Société Entomologique de France. 4-e série, tome V. Paris, 1865, pag. 83—85).

[4]) **C. G. Thomson.** Skandinaviens Hymenoptera. Tom. IV, fasc. 1. Lund, 1875, pag. 76 (*Syntomaspis druparum*).

[5]) **D. H. R. von Schlechtendal.** Entomologische Bemerkungen. „Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau für das Jahr 1879". Zwickau, 1880, pag. 25—26 (*Syntomaspis druparum* e seminibus *Crataegi*).

[6]) **G. Horváth.** Magpusztító fürkészö-darázs. „Rovartani Lapok". III. Budapest, 1886, pag. 125—127. — Supplément contenant la revue des articles publiés dans les „Rovartani Lapok", Tome III; pag. XVIII—XIX (*Syntomaspis druparum*).

G. Horváth. Bericht der Königl. Ungarischen Entomologischen Versuchsstation über die Insektenschäden in Ungarn in den Jahren 1884—1889. Budapest, 1892.

Этотъ отчетъ написанъ на венгерскомъ языкѣ. L. von Aigner-Abafi кратко изложилъ его содержаніе по-нѣмецки: „Die landwirtschaftlichen Schädlinge Ungarns". Von **L. von Aigner-Abafi** (Illustrierte Zeitschrift für Entomologie. Bd. 4. Neudamm, 1899, pag. 88—89).

[7]) **I. A. Порчинскій.** О *Torymus*, личинки котораго вредили грушевымъ сѣменамъ въ Калужской губерніи (Horae Societatis Entomologicae Rossicae. Томъ XXVII. С.-Петербургъ, 1892. Извлеченіе изъ протоколовъ общихъ собраній).

[8]) **C. A. Мокржецкій.** Яблочная плодожорка (*Carpocapsa pomonella*, L.). Составлено по книгѣ—„The Codling-Moth"; by *M. V. Slingerland*. Съ дополне-

Сообщая о своихъ наблюденіяхъ надъ помянутымъ насѣкомымъ, авторы или совсѣмъ не упоминали о трудахъ своихъ предшественниковъ или упоминали только о немногихъ изъ нихъ. Замѣчу еще, что нѣкоторые энтомологи не были убѣждены въ томъ, что личинка *Synt. druparum*—растеніеядная, и предполагали, что она—паразитъ какого-то насѣкомаго, оставшагося имъ неизвѣстнымъ.

Synt. druparum была предметомъ моихъ изслѣдованій въ теченіи очень долгаго времени (начиная съ 90-хъ годовъ недавно истекшаго столѣтія). Основываясь на этихъ изысканіяхъ, я могу подтвердить, что личинка названнаго вида Torymidae дѣйствительно питается несозрѣвшимъ сѣмяннымъ ядромъ.

Моими и чужими изслѣдованіями установлено, что личинки *Synt. druparum* живутъ въ сѣменахъ многихъ видовъ деревьевъ и кустарниковъ изъ семейства яблонныхъ (Pomaceae), а именно: боярышника *(Crataegus)*; рябины шведской *(Sorbus Scandica)* и мучнистой *(Sorbus Aria)* [1]); дикой или лѣсной груши *(Pirus communis)*; нѣкоторыхъ культурныхъ разновидностей груши; ягодной яблони *(Pirus baccata)*, плоды которой въ обиходной рѣчи называютъ „райскими яблочками"; дикой или лѣсной яблони *(Pirus Malus sylvestris)* и наконецъ различныхъ разновидностей (сортовъ) садовой яблони: „антоновки" (губерніи средней Россіи), „боровинки" (Полтавская губ.), „сары-синапа" (Крымъ), „сабла-синапа" (Крымъ и Бессарабія), „тирольки" (Бессарабія и Подольская губ.), „гульпембе" (Крымъ), „челеби" (Крымъ) и другихъ (съ плодами какъ рано, такъ и поздно созрѣвающими).

Помѣщаясь внутри сѣмянъ (въ каждомъ не болѣе одной), ли-

ніями относительно Россіи. Симферополь, 1902, стр. 51 (Sub nomine falso: *Torymus purpurascens*. Опредѣленіе П. В. Иванова).

С. А. Мокржецкій. Отчетъ о дѣятельности губернскаго энтомолога Таврическаго Земства за 1904 годъ. Симферополь, 1905, стр. 32—33 (Sub nomine: *Syntomaspis [Torymus] pubescens*. Опредѣленіе Н. Р. Кокуева).

S. Mokrzecki. Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise von *Syntomaspis pubescens*, Först.; *druparum*, Boh., Thoms. (Hymenoptera, Chalcididae). „Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie". Bd. II, Heft 12. Husum, 1906, pag. 390—392.

[1]) Изъ сѣмянъ *Sorbus Scandica Synt. druparum* была получена въ Швеціи (I. W. Dalman, C. H. Boheman). Изъ сѣмянъ *Sorbus Aria* это перепончатокрылое было выведено мною. Шведская рябина очень близка къ мучнистой; К. Линней признавалъ первую изъ нихъ только разновидностью второй.

чинки *Synt. druparum* являются совершенно разобщенными съ внѣшнимъ міромъ. Плоды, въ которыхъ находятся сѣмена съ личинками, не имѣютъ ходовъ съ отверстіемъ наружу, и въ скорлупѣ сѣмянъ, заключающихъ личинокъ, также не бываетъ отверстія. При откладкѣ яичка самка пронзаетъ плодъ, но отверстія не остается, потому что яйцекладъ очень тонокъ, а незрѣлый плодъ продолжаетъ расти, и причиненное прокалываніемъ поврежденіе закрывается. Выходъ наружу прогрызаетъ впослѣдствіи совершенное насѣкомое.

Личинки *Synt. druparum* достигаютъ полной величины въ срединѣ или въ концѣ лѣта, зимуютъ и весною слѣдующаго (второго) года превращаются въ куколокъ, а затѣмъ въ совершенныхъ насѣкомыхъ. Однако, не всѣ; нѣкоторыя личинки продолжаютъ лежать внутри сѣмянъ, не превращаясь, въ теченіи весны, лѣта и осени второго года, вторично зимуютъ и превращаются наконецъ весною третьяго года. Въ первомъ случаѣ отъ момента вылупленія личинки изъ яичка до превращенія ея въ куколку проходитъ приблизительно годъ, а во второмъ—около двухъ лѣтъ. Я называю первыхъ личинокъ однолѣтними (larvae annuae), а вторыхъ—двулѣтними (larvae biennes). На фактъ, что у *Synt. druparum* превращеніе личинокъ одного и того же поколѣнія происходитъ отчасти весною второго года, а отчасти—третьяго, ранѣе меня указывалъ D. von Schlechtendal.

Сѣмена различныхъ Pomaceae, изъ которыхъ мнѣ удавалось выводить совершенныхъ насѣкомыхъ *Synt. druparum*, были надлежащей длины. Относительно же формы и окраски этихъ сѣмянъ мною было замѣчено нижеслѣдующее.

Сѣмена разныхъ культурныхъ разновидностей яблокъ, находившіяся внутри совершенно зрѣлыхъ плодовъ со свѣжею мякотью, были обыкновенно не вполнѣ окрашены въ бурый цвѣтъ: только мѣстами бурыя, мѣстами же желтоватыя. Но попадались при тѣхъ же обстоятельствахъ сѣмена съ личинками одноцвѣтныя, бурыя, слѣдовательно сходныя по цвѣту съ неповрежденными созрѣвшими сѣменами. По своей формѣ сѣмена, занятыя личинками, иногда не отличались совсѣмъ отъ неповрежденныхъ, иногда же были тощи или даже нѣсколько уродливы.

Сѣмена съ личинками, которыя я нашелъ въ совершенно зрѣлыхъ плодахъ *Pirus baccata*, были также не вполнѣ окрашены:

только мѣстами бураго цвѣта, мѣстами же желтовато-бѣлаго; они были тощи; многія притомъ искривлены. Нѣкоторыя же были по формѣ вполнѣ подобны неповрежденнымъ и отличались отъ послѣднихъ только неполною окраскою въ бурый цвѣтъ. Наконецъ среди сѣмянъ, занятыхъ личинками, изрѣдка встрѣчались такія, которыхъ по наружному виду нельзя было отличить отъ неповрежденныхъ.

Сѣмена дикой или лѣсной груши (*Pirus communis*), заключавшія внутри себя личинокъ, были уродливы, часто болѣе широки, чѣмъ сѣмена неповрежденныя.

Сѣмена нѣкоторыхъ культурныхъ разновидностей грушъ, содержавшія въ себѣ личинокъ, были обыкновенно тощи, болѣе узки, чѣмъ сѣмена неповрежденныя. Находясь внутри совершенно зрѣлыхъ плодовъ, они были однако не вполнѣ окрашены.

У *Sorbus Aria* скорлупа сѣмянъ, заключающихъ въ себѣ личинокъ, также легко вдавливается внутрь. Почти всѣ такія сѣмена, найденныя мною въ зрѣлыхъ, ярко-красныхъ плодахъ, были не вполнѣ окрашены въ бурый цвѣтъ; они остались мѣстами желтоватыми. Только очень немногія сѣмена съ личинками были почти вполнѣ окрашены.

Существуетъ малоизвѣстный видъ—*Syntomaspis pubescens*, Förster, очень близкій къ *Syntom. druparum*. По сообщенію G. Mayr [1]), онъ живетъ въ своемъ несовершенномъ состояніи въ шаровидныхъ галлахъ, производимыхъ розанною орѣхотворкою *Rhodites Eglanteriae* Hartig, или другимъ видомъ — *Rhodites Centifoliae*, Hartig.

Указывая на нахожденіе *Syntom. pubescens* въ Шотландіи, P. Cameron замѣчаетъ, что его два экземпляра были выведены изъ галловъ одной изъ вышеназванныхъ розанныхъ орѣхотворокъ („Two examples bred from galls of *Rhodites Eglanteriae*“) [2]).

---

[1]) **G. Mayr.** Die europäischen Torymiden biologisch und systematisch bearbeitet (Separatabdruck aus den „Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien“. Jahrgang 1874), pag. 25—26.

Etiam cfr.: **I. I. Kieffer.** Zusammenstellung der aus Cynipiden gezogenen europäischen Chalcididen (Illustrierte Zeitschrift für Entomologie. Bd. 4. Neudamm, 1899, pag. 280).

[2]) **P. Cameron.** A Contribution towards a Revision of the British Torymina. „The Entomologist“. Edited by R. South. Vol. XXXIV, № 461. London, 1901, pag. 270.

Такимъ образомъ сообщеніе G. Mayr, казавшееся нѣсколько сомнительнымъ, какъ основанное не на собственныхъ изслѣдованіяхъ, а только на этикеткѣ въ чужой коллекціи (именно въ коллекціи von Heyden), подтверждено P. Cameron.

Къ сожалѣнію я не видѣлъ *Synt. pubescens* и не могу поэтому указать, чѣмъ она отличается отъ *Synt. druparum*. Для того, чтобы найти отличительные признаки обоихъ видовъ, необходимо сравнить экземпляры, выведенные изъ галловъ *Rhodites Eglanteriae*, съ экземплярами, полученными изъ сѣмянъ Pomaceae. На сколько мнѣ извѣстно, этого еще никто не сдѣлалъ.

Среди видовъ рода *Megastigmus*, Dalm. нѣкоторые живутъ въ своемъ несовершенномъ состояніи въ галлахъ дубовыхъ орѣхотворокъ (Cynipidae). Изъ европейскихъ видовъ къ числу такихъ принадлежатъ: *Megastigmus dorsalis*, Fabr., *Meg. stigmatizans*, Fabr. и *Meg. Synophri*, Giraud, Mayr.

Другіе же виды этого рода живутъ въ вышеуказанномъ состояніи внутри сѣмянъ различныхъ растеній. Таковыхъ извѣстно теперь довольно много [1]). Такъ *Meg. aculeatus*, Swed. (= *collaris*, Dalm.,

---

[1]) Литература по этологіи фитопаразитныхъ видовъ рода *Megastigmus*, Dalman:

Edw. Parfitt. Description of a new Hymenopterous insect, found amongst seeds of various species of *Pinus* from California. „The Zoologist". Conducted by Edw. Newman. Vol. XV. London, 1857, pag. 5543—5544 (*Megastigmus Pinus*, Parf. Description of female); pag. 5629—5630 (Correction of previous errors); pag. 5721 (Description of male).

Fr. Walker. Notes on Chalcidiae. Part II. London, 1871, pag. 35 (*Megastigmus Pistaciae*, Haliday).

C. Rondani. Bull. della Società Entom. Italiana. Vol. IX. Firenze, 1877, pag. 204 (*Trogocarpus Ballestrerii*, Rond.).

D. H. R. von Schlechtendal. Entomologische Beobachtungen. „Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau für das Jahr 1877". Zwickau, 1878, pag. 73—75 (*Megastigmus Pistaciae*, Haliday).

F. A. Wachtl. Beitrag zur Kenntniss der Lebensweise des *Megastigmus collaris*, Boh. (Wiener Entomolog. Zeitung. III, 1884, pag. 38—39).

F. A. Wachtl. Ueber *Megastigmus pictus*, Först. und seine Lebensweise (Wiener Entomol. Zeitung. III, 1884, pag. 214).

C. V. Riley. Is *Megastigmus* phytophagic? (Proceedings of the Entomological Society of Washington. Vol. II, № 4, 1893, pag. 359—363).

Bohem.) удавалось получать изъ сѣмянъ шиповника (*Rosa*); *Meg. pictus*, Förster—также изъ сѣмянъ шиповника; *Meg. strobilobius*, Ratzeb.—изъ сѣмянъ пихты (*Abies pectinata*) и ели (*Abies excelsa*); *Meg. Pinus*, Parfitt—изъ сѣмянъ нѣкоторыхъ хвойныхъ деревьевъ (Coniferae) Сѣвер. Америки [1]); *Meg. spermatotrophus*, Wachtl [2])—изъ сѣмянъ *Pseudotsuga Douglasi;* одинъ неописанный и неназванный японскій видъ совершенно чернаго цвѣта—изъ сѣмянъ *Abies Menziesi; Megast. Pistaciae*, Haliday, Walker — изъ плодовъ *Pistacia Lentiscus* и *Pist. Terebinthus; Megast.* (*Trogocarpus*) *Ballestrerii*, Rondani — изъ плодовъ *Pistacia vera*. Наконецъ одинъ неописанный и неназванный сѣверо-американскій видъ былъ выведенъ изъ сѣмянной коробочки *Spiraea* (*Physocarpus*) *opulifolia*.

Къ числу малоизвѣстныхъ видовъ рода *Megastigmus* принадлежитъ безспорно *Meg. brevicaudis*, Ratzeb.

Эта статья содержитъ въ себѣ между прочимъ письмо H. Borries къ C. V. Riley, въ которомъ первый изъ нихъ излагаетъ результаты своихъ изслѣдованій относительно нѣкоторыхъ видовъ *Megastigmus*, живущихъ въ своемъ несовершенномъ состояніи въ сѣменахъ различныхъ хвойныхъ деревьевъ (Coniferae).

F. A. Wachtl. Ein neuer *Megastigmus* als Samenverwüster von *Pseudotsuga Douglasi*, Carr. (Wiener Entomol. Zeitung. XII, 1893, pag. 24—28, Taf. I).

J. F. Judeich und **H. Nitsche.** Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Abtheilung IV. Wien, 1895 (*Megastigmus strobilobius*, Ratzeb.).

[1]) По сообщенію H. Borries и C. V. Riley изъ сѣмянъ *Abies magnifica*, *Ab. concolor*, *Ab. grandis* и *Ab. amabilis*.

H. Borries и C. V. Riley упоминаютъ еще о двухъ или трехъ неописанныхъ и неназванныхъ видахъ *Megastigmus*, которые были получены также изъ сѣмянъ сѣверо-американскихъ хвойныхъ деревьевъ (четырехъ вышеназванныхъ видовъ *Abies*, затѣмъ *Pseudotsuga Douglasi* и *Tsuga Hookeriana*).

Здѣсь кстати напомню еще о нижеслѣдующемъ.

J. O. Westwood въ октябрѣ 1856 г. въ засѣданіи Лондонскаго Энтомологическаго Общества между прочимъ сообщилъ, что одинъ его корреспондентъ купилъ немного сѣмянъ *Wellingtonia gigantea*, „from every one of which he had bred females of a Chalcideous insect of the genus *Callimome*“ (*Callimome*, Spinola = *Torymus*, Dalman. Видъ, выведенный изъ сѣмянъ *Well. gigantea*, не былъ описанъ и названъ).

[2]) W. H. Ashmead утверждаетъ, что *Megast. spermatotrophus*, Wachtl тождественъ съ *Megast. Pinus*, Parfitt (**W. H. Ashmead.** Classification of the Chalcid flies or the superfamily Chalcidoidea. „Memoirs of the Carnegie Museum“. Vol. I, № 4. Pittsburgh, 1904, pag. 244).

Описанія, данныя Edw. Parfitt и Fr. A. Wachtl, были тщательно сравнены мною между собою; я не могъ при этомъ убѣдиться въ указанномъ тождествѣ.

J. Th. Chr. Ratzeburg, установившій, назвавшій и кратко описавшій этотъ видъ, сообщаетъ [1]), что P. Fr. Bouché получилъ его изъ плодовъ обыкновенной рябины (*Sorbus Aucuparia*).

Meg. brevicaudis близокъ къ тѣмъ видамъ рода *Megastigmus*, личинки которыхъ живутъ внутри сѣмянъ и питаются сѣмяннымъ ядромъ; поэтому я давно предполагалъ, что онъ принадлежитъ къ фитопаразитнымъ Torymidae и живетъ въ своемъ несовершенномъ состояніи въ сѣменахъ вышеназванной рябины.

Съ цѣлью провѣрить это предположеніе, я купилъ въ концѣ сентября [2]) 1899 г. небольшее количество зрѣлыхъ, красныхъ плодовъ *Sorbus Aucuparia*, снятыхъ съ дерева въ одномъ изъ садовъ г. Полтавы.

Вскрывая эти плоды, я нашелъ въ нихъ довольно много сѣмянъ, занятыхъ личинками. Каждое сѣмечко заключало внутри себя не болѣе одной личинки; послѣдняя замѣняла собою сѣмянное ядро, которое было вполнѣ съѣдено.

Плоды, въ которыхъ находились сѣмена съ личинками, не имѣли ходовъ съ отверстіемъ наружу, и въ скорлупѣ сѣмянъ также не было отверстія; такимъ образомъ личинки были совершенно разобщены съ внѣшнимъ міромъ.

У *Sorbus Aucuparia* завязь (germen), какъ и развивающійся изъ нея плодъ, имѣетъ три, рѣже четыре сѣмянныхъ камеры. Въ каждой камерѣ завязи помѣщается 2 сѣмянныхъ почки (ovula), но довольно рѣдко всѣ эти почки развиваются въ сѣмена; другими словами, довольно рѣдко встрѣчаются плоды съ 6-ю или 8-ю сѣменами. Обыкновенно плодъ заключаетъ въ себѣ меньшее количество послѣднихъ. Я обратилъ вниманіе на число сѣмянъ съ личинками въ одномъ и томъ же плодѣ. Я нашелъ только одинъ такой плодъ, во всѣхъ шести сѣменахъ котораго находилось по личинкѣ. Обыкновенно же только одно сѣмечко содержало въ себѣ личинку; нерѣдко также 2; иногда 3 или 4; во всѣхъ этихъ случаяхъ или всѣ находившіяся въ плодѣ сѣмена были заняты личинками, или, кромѣ сѣмянъ съ личинками, въ немъ имѣлись еще сѣмена неповрежденныя, съ сѣмяннымъ ядромъ внутри.

---

[1]) J. Th. Chr. Ratzeburg. Die Ichneumonen der Forstinsecten in forstlicher und entomologischer Beziehung. Bd. III. Berlin, 1852, pag. 225—226.

[2]) Въ этомъ моемъ трудѣ время показано согласно принятому въ Россіи старому (Юліанскому) стилю.

Сѣмянная скорлупа у *Sorbus Aucuparia* обладаетъ въ извѣстной степени прозрачностью; вслѣдствіе этого присутствіе личинокъ внутри сѣмянъ не трудно было замѣтить снаружи. Кромѣ того скорлупа у сѣмянъ съ личинками легко уступала слабому надавливанію концемъ булавки; сѣмена же, заключавшія въ себѣ ядро (nucleus), отличались напротивъ твердостью. Такимъ образомъ и среди потемнѣвшихъ сѣмянъ можно было отличить неповрежденныя отъ содержавшихъ внутри себя личинокъ.

Пересмотрѣвъ извлеченныя изъ плодовъ сѣмена, я отобралъ занятыя личинками и помѣстилъ ихъ въ пробирный стаканчикъ. Тогда же осенью, стаканчикъ съ сѣменами былъ перенесенъ мною изъ комнаты жилого дома въ неотапливаемое помѣщеніе.

Въ то время я думалъ, что всѣ личинки въ находившихся въ моемъ распоряженіи сѣменахъ *Sorbus Aucuparia* принадлежатъ одному и тому же виду Torymidae, именно *Megastigmus brevicaudis*, Ratzeb. Но весною слѣдующаго (1900) года изъ этихъ сѣмянъ я получилъ не только названное насѣкомое, но также, и притомъ въ значительно бо́льшемъ количествѣ, новый, еще неописанный видъ изъ рода *Syntomaspis*. Далѣе я описываю какъ этотъ новый видъ, такъ и малоизвѣстный *Megast. brevicaudis*, и излагаю свои наблюденія надъ каждымъ изъ нихъ отдѣльно.

---

2. **Syntomaspis Aucupariae**, mihi.

Описаніе совершеннаго насѣкомаго [1]).

Mas et femina. Caput et thorax subtilissimè squameo-rugulosi, parcè pubescentes, virides splendore metallico. Prothorax mobilis, liber, i. e. cum mesothorace haud connatus. Scutellum subtilissimè squameo-rugulosum, apice tamen leve, nitidissimum.

Antennarum scapus in maribus nigrescens nitore metallico; in feminis colore melleo, supra nonnihil nigrescens. Flagellum fuscescens, pubescens, scapo in maribus prope quadruplo, in feminis fere triplo longius. Articulus secundus flagelli vix longior quam crassus.

---

[1]) Здѣсь и въ другихъ мѣстахъ этой записки я старался называть различные цвѣта или краски согласно: **P. A. Saccardo.** Chromotaxia seu Nomenclator colorum polyglottus. Editio altera. Patavii, 1894.

Pedes in utroque sexu coxis metallico-viridibus, trochanteribus melleis. Femora antica et intermedia mellea, medio infuscata nitore metallico. Tibiae anticae et intermediae melleae; in feminis interdum, imprimis intermediae, medio obsoletè infuscatae. Femora postica metallico-viridia, basi apiceque mellea. Tibiae posticae melleae, medio infuscatae. Tarsi omnium pedum mellei, apice infuscati. Spina major tibiarum posticarum longitudine aequat fere dimidiam partem articuli primi vel basalis tarsorum, scilicet posticorum.

Alae purè hyalinae, iridis coloribus micantes; pilis nigris, minutissimis supra subtusque obsitae. Venae colore melleo.

Abdomen in maribus purpurascenti-fuliginosum splendore metallico, basi supra metallico-virescens; supra foveâ basali parvâ instructum. Feminarum abdomen colore metallico-viridi. Pars exserta ovipositoris toto corpore brevior, at abdomine paulo longior. Vagina ovipositoris valvis pubescentibus, nigrescentibus, summo apice decoloribus. Stylus vel ovipositor propriè dictus dilutè ferrugineus.

Longitudo corporis marium 2 mill.; feminarum $1^3/_4$—$2^2/_3$ mm.

Longitudo partis exsertae ovipositoris ab apice abdominis $1^1/_4$—$1^3/_4$ mill. Longitudo ovipositoris ab ejus basi sub ventre $1^1/_2$—2 mm.

Сѣмена *Sorbus Aucuparia*, содержавшія въ себѣ личинокъ, были перенесены мною изъ неотапливаемаго помѣщенія въ комнату жилого дома 16-го марта 1900 г. Тотчасъ же я вскрылъ нѣсколько сѣмечекъ; внутри ихъ мною были найдены живыя (шевелящіяся) личинки; куколокъ въ то время еще не было.

27-го апрѣля изъ одного сѣмечка вылѣзъ самецъ *Syntomaspis Aucupariae;* 1-го мая я получилъ изъ другаго сѣмечка еще одного самца этого вида. Затѣмъ съ 3-го по 18-е мая включительно изъ сѣмянъ вылѣзали самки. Всего я получилъ 84 самки [1]) изъ того же числа сѣмянъ. Обращаетъ на себя вниманіе разница въ количествѣ полученныхъ самцевъ и самокъ (2 и 84).

Отверстіе въ сѣмянной скорлупѣ, которое прогрызало совершенное насѣкомое, покидая сѣмечко, находилось почти всегда у болѣе

---

[1]) Въ это число включены и тѣ двѣ самки, о которыхъ говорится далѣе и которыя произошли изъ личинокъ, извлеченныхъ изъ сѣмянъ и помѣщенныхъ въ пробирные стаканчики.

широкаго конца послѣдняго. Только два или три сѣмечка имѣли отверстіе у другаго, нѣсколько заостреннаго конца.

Сѣмена *Sorb. Aucuparia*, покинутыя совершенными насѣкомыми *Syntom. Aucupariae*, имѣли ту же длину, что и сѣмена неповрежденныя, но были гораздо у́же послѣднихъ.

Въ концѣ марта и въ началѣ апрѣля нѣсколько сѣмянъ были удачно вскрыты мною маленькими ножницами. Находившихся внутри этихъ сѣмянъ личинокъ я перемѣстилъ съ помощью крошечной кисточки въ маленькіе пробирные стаканчики. Сѣмянная скорлупа была замѣнена такимъ образомъ стеклянною стѣнкою стаканчика. Пользуясь лупою, я могъ наблюдать всѣ послѣдовательныя превращенія интересовавшаго меня насѣкомаго.

Зрѣлая, достигшая послѣдняго возраста личинка *Syntomaspis Aucupariae*—бѣловатая, лоснящаяся, мягкая, въ сравненіи со своею длиною толстая, къ заднему концу слабо заостренная. Она безногая; голова у нея маленькая, лоснящаяся; небольшія челюсти буроватыя. Длина зрѣлой личинки равна 2—3 mill. Тѣло ея состоитъ, не считая головы, изъ 13-ти сегментовъ. Такихъ длинныхъ, хорошо развитыхъ волосковъ, какими покрыты личинки многихъ зоопаразитныхъ видовъ Torymidae, на кожѣ личинки *Syntom. Aucupariae* нѣтъ.

Вслѣдствіе нѣкоторой прозрачности тѣла личинки, у зрѣлой впрочемъ слабой, внутри ея замѣтна чернота; это—темное содержимое пищеварительнаго канала. Личинка *Syntom. Aucupariae*, какъ и личинки другихъ Torymidae, не выдѣляетъ экскрементовъ до наступленія времени превращенія въ куколку. Только передъ самымъ окукленіемъ личинкою выдѣляются всѣ неусвоенные остатки пищи, накопившіеся за все время ея жизни. Тогда помянутая чернота исчезаетъ, и личинка дѣлается чисто-бѣлою.

При окукленіи кожа личинки на переднемъ концѣ ея тѣла разрывается и затѣмъ медленно сползаетъ съ куколки вслѣдствіе движеній послѣдней. Куколка, только-что скинувшая личиночную кожу, бываетъ чисто-бѣлою; затѣмъ въ скорости она дѣлается блѣдно-буровато-желтою (colore dilutè melleo).

Куколка *Syntom. Aucupariae* мѣстами лоснящаяся. Она принадлежитъ къ числу такъ называемыхъ „свободныхъ“ (pupa libera). Всѣ наружныя части тѣла совершеннаго насѣкомаго очень легко распознать и у куколки; притомъ усики, ноги и неразвитыя

крылья у нея свободны и только симметрически сложены и плотно прижаты къ туловищу. У куколокъ самокъ выдающаяся часть яйцеклада загнута обратно (reflexa sive recurvata) и лежитъ на верхней сторонѣ брюшка.

Когда совершенное насѣкомое вполнѣ сформируется подъ куколочною оболочкою, оно начинаетъ постепенно пріобрѣтать свойственные ему цвѣта или краски, а такъ какъ помянутая оболочка обладаетъ значительною прозрачностью, то окраска куколки начинаетъ одновременно также измѣняться. Глаза куколки дѣлаются сначала блѣдно-рыжими, затѣмъ ярко-рыжими и наконецъ темно-рыжевато-бурыми. Три простыхъ глазка (ocelli sive stemmata) окрашиваются также въ рыжій цвѣтъ. Черезъ извѣстное время темнѣютъ нѣкоторыя другія части тѣла; наконецъ вся куколка дѣлается темною, и тогда черезъ куколочную оболочку бываетъ замѣтенъ металлическій блескъ тѣла совершеннаго насѣкомаго, въ особенности его брюшка.

При вылупленіи совершеннаго насѣкомаго довольно твердая куколочная оболочка, растрескиваясь, распадается на нѣсколько частей. Эта оболочка, будучи, какъ упомянуто, значительно прозрачною, въ то же время окрашена въ блѣдно-буровато-желтый цвѣтъ. Слѣдовательно отъ ея цвѣта зависитъ блѣдно-буровато-желтая окраска куколки. Дальнѣйшія же измѣненія окраски послѣдней происходятъ, какъ указано, отъ постепеннаго пріобрѣтенія совершеннымъ насѣкомымъ свойственныхъ ему красокъ.

Личинка *Syntom. Aucupariae* (какъ и личинки другихъ Torymidae) передъ превращеніемъ въ куколку кокона себѣ не приготовляетъ. Вышеуказанная твердость куколочной оболочки и скорлупа сѣмечка, внутри котораго происходитъ окукленіе, въ достаточной степени защищаютъ куколку отъ различныхъ опасностей извнѣ.

Двѣ личинки изъ числа помѣщенныхъ мною въ пробирные стаканчики благополучно достигли въ послѣднихъ совершеннаго состоянія. Относительно этихъ двухъ экземпляровъ (оба—самки) я могу сообщить нижеслѣдующее.

Первая личинка была перемѣщена мною изъ вскрытаго сѣмечка въ маленькій пробирный стаканчикъ 31-го марта 1900 г. Она начала выдѣлять черноватые, непрозрачные экскременты 7-го апрѣля. Это выдѣленіе было окончено ею 10-го апрѣля; тогда чернота внутри тѣла личинки исчезла совсѣмъ, и послѣдняя сдѣлалась

чисто-бѣлою. 14-го апрѣля личинка превратилась въ куколку, которая въ это время была чисто-бѣлою. 17-го апрѣля куколка была блѣдно-буровато-желтою (colore dilutè melleo), а 22-го апрѣля она сдѣлалась насыщенно-буровато-желтою (colore saturatè melleo); ея глаза и простые глазки (ocelli) были въ это время уже рыжеватыми. 28-го апрѣля потемнѣли нѣкоторыя другія части тѣла куколки, а 30-го апрѣля она уже вся была темною, и черезъ ея оболочку былъ замѣтенъ металлическій блескъ тѣла совершеннаго насѣкомаго. Днемъ 4-го мая изъ этой куколки вылупилась самка *Syntom. Aucupariae*. Куколочное состояніе у этого экземпляра продолжалось 20 сутокъ.

Другая личинка была помѣщена мною въ пробирный стаканчикъ 4-го апрѣля. Выдѣлять экскременты она начала 7-го апрѣля, а окончила это выдѣленіе и сдѣлалась чисто-бѣлою 10-го апрѣля; 15-го она окуклилась. 17-го апрѣля куколка была блѣдно-буровато-желтою, а 22-го она сдѣлалась уже насыщенно-буровато-желтою, а ея глаза и простые глазки — рыжеватыми. 28-го апрѣля потемнѣли нѣкоторыя другія части тѣла куколки, а 30-го она уже вся была темною. Утромъ 5-го мая изъ этой куколки вылупилась самка *Syntom. Aucupariae*. Куколочное состояніе и въ этомъ случаѣ продолжалось 20 сутокъ.

Согласно всему вышеизложенному у *Syntomaspis Aucupariae* развивается въ теченіи года только одно поколѣніе. Зимуетъ этотъ видъ въ личиночномъ состояніи внутри сѣмянъ. Личинки превращаются въ куколокъ и затѣмъ въ совершенныхъ насѣкомыхъ весною.

Syntomaspis Aucupariae очень близка къ *Syntom. druparum;* она отличается отъ послѣдней меньшею величиною, болѣе темными ногами и болѣе короткимъ яйцекладомъ у самокъ.

Необходимо однако замѣтить, что величина совершенныхъ насѣкомыхъ у обоихъ видовъ колеблется въ извѣстныхъ предѣлахъ. Если отобрать самыхъ мелкихъ самокъ *Syntom. druparum* и самыхъ крупныхъ самокъ *Syntom. Aucupariae*, то между ними можно найти равныхъ по величинѣ, а самыя большія самки *Syntom. Aucupariae* окажутся при этомъ даже крупнѣе самыхъ маленькихъ самокъ *Syntom. druparum*. Однако по различной длинѣ яйцеклада оба вида легко различить при первомъ взглядѣ. У *Syntom. druparum* длина выдающейся части яйцеклада (и тѣмъ болѣе длина всего яйцеклада) превышаетъ длину тѣла. Напротивъ у *Syntom.*

Aucupariae выдающаяся часть яйцеклада короче всего тѣла (будучи немного длиннѣе брюшка).

О разницѣ въ длинѣ яйцеклада и объ отношеніи длины послѣдняго къ длинѣ тѣла у обоихъ видовъ можно судить по нижеслѣдующимъ результатамъ моихъ измѣреній.

	Longitudo corporis.	Longitudo partis exsertae ovipositoris ab apice abdominis.	Longitudo ovipositoris ab ejus basi sub ventre.
Одна изъ самыхъ маленькихъ самокъ *Syntomaspis druparum*, полученная изъ сѣмечка *Pirus baccata*	2 mm.	$2^1/_2$ mm.	$2^3/_4$ mm.
Самка *Syntomaspis Aucupariae* той же длины	2 mm.	$1^1/_2$ mm.	$1^3/_4$ mm.
Одна изъ самыхъ крупныхъ самокъ *Syntom. druparum*, полученная изъ сѣмечка яблока культурной разновидности, называемой „тироллкою" (яблоко изъ Бессарабіи, урожая 1897 г.) . .	$4^1/_2$ mm.	5 mm.	$5^1/_2$ mm.
Самая большая самка *Syntom. Aucupariae*	$2^2/_3$ mm.	$1^3/_4$ mm.	2 mm.

Выдающаяся часть яйцеклада у самокъ *Syntom. Aucupariae*, только что вылупившихся изъ куколокъ, бываетъ болѣе или менѣе загнута обратно (plus minusve reflexa); впослѣдствіи же она выпрямляется и тогда торчитъ назадъ.

Переднегрудь (prothorax) у *Syntom. Aucupariae* (какъ и у другихъ Torymidae) подвижная, свободная, т.-е. неслитая (неспаянная) со среднегрудью (mesothorax). Въ этомъ легко убѣдиться, изслѣдуя незасушенные экземпляры, только что умерщвленные или же сохраняемые въ спирту.

Syntom. Aucupariae можетъ быстро ползать; она хорошо ползаетъ по стеклу. Подобно другимъ Torymidae, этотъ видъ обладаетъ способностью перепрыгивать съ одного мѣста на другое.

3. **Megastigmus brevicaudis**, Ratzeburg.

Описаніе совершеннаго насѣкомаго.

Mas adhuc ignotus est.

Femina. Caput nonnihil nitidum, parcissimè pubescens, nigrum, facie sordidè melleâ. Vertex maculâ melleâ, parvâ, plus minusve obliteratâ, prope oculum positâ utrinque signatus. Oculi glabri, in vivis sordidè rubri, in exsiccatis brunnei. Stemmata sive ocelli in vivis rubescenti-brunnei.

Antennae inter oculos medio faciei insertae; scapo melleo, supra nigrescenti. Pedicellus sat magnus, nitidus, melleus, supra nigrescens. Annellus minutissimus. Flagellum melleo-fuscescens, pubescens, scapo plus duplo longius. Flagelli articulus primus paululo longior quam crassus; reliqui omnes, excepto ultimo, longitudine crassitudinem suam fere aequant. Articuli octavus et nonus, cum ultimo, i. e. decimo connati atque cum illo clavam formantes, nonnihil dilatati. Articulus ultimus vel decimus parvus, conicus.

Thorax subtilissimè striolatus, nonnihil nitidus, parcissimè pubescens. Prothorax mobilis, liber, i. e. cum mesothorace haud connatus. Pronotum melleum, maculis indistinctis, nigrescentibus signatum. Meso- et metathorax colore nigro. Scutellum nigrum, maculâ melleâ, obliteratâ saepe notatum. Sulcus transversus scutelli valde distinctus.

Pedes omnes trochanteribus, femoribus tibiisque melleis. Coxae anticae et intermediae melleae, basi nigrescentes; posticae autem nigrae. Spina major tibiarum posticarum longitudine aequat modo tertiam partem articuli primi vel basalis tarsorum, scilicet posticorum. Tarsi omnium pedum mellei, summo apice infuscati.

Alae purè hyalinae, iridis coloribus micantes; pilis nigris, minutissimis supra subtusque obsitae; venis fuscescentibus; nodulo [1]) ovato, etiam fuscescenti, paululùm diaphano.

Abdomen nitidissimum et nigri coloris est; in vivis semper, in exsiccatis saepe nonnihil flavescit.

---

[1]) Nodulus = stigma (*Dalman*) = punctum ramuli stigmatici (*Nees von Esenbeck*) = das Köpfchen des Radialnerven (*Ratzeburg*) = der Knopf des Ramus stigmaticus (*Mayr*) = macula sive clava radii (*Thomson*).

Individua recens ex pupis exclusa abdomen habent oviforme, plenum, non compressum; viva, sed jam pridem volantia etiam oviforme, at paululùm compressum; exsiccata vero valde compressum.

Ovipositor brevis, sursum curvatus. Pars ejus exserta abdomine brevior. Vagina ovipositoris valvis nigris, pubescentibus. Stylus vel ovipositor propriè dictus ferrugineus.

Longitudo corporis $1^3/_4$—$2^1/_4$ mm. Longitudo partis exsertae ovipositoris ab apice abdominis $^1/_2$—$^2/_3$ mill.

Выше я уже указалъ, что сѣмена *Sorbus Aucuparia,* заключавшія внутри себя личинокъ, были перенесены мною изъ неотапливаемаго помѣщенія въ комнату жилого дома 16-го марта 1900 г., и что въ то время въ сѣменахъ куколокъ еще не было (въ чемъ я убѣдился, вскрывъ нѣсколько сѣмечекъ).

Первая самка *Megastigmus brevicaudis* вылѣзла изъ сѣмечка 20-го апрѣля; остальныя съ 21-го апрѣля по 10-е мая включительно. Всего я получилъ 22 самки изъ того же числа сѣмянъ. Самцевъ не удалось вывесть совсѣмъ.

Среди тѣхъ сѣмянъ *Sorbus Aucuparia*, изъ которыхъ я получилъ *Megast. brevicaudis*, очень немногія имѣли одинаковую величину съ неповрежденными; бо́льшая часть ихъ были у́же послѣднихъ, при надлежащей однако длинѣ.

Отверстіе въ сѣмянной скорлупѣ, которое прогрызало совершенное насѣкомое *Megast. brevicaudis*, покидая сѣмечко, находилось почти всегда у болѣе широкаго конца послѣдняго; только немногія сѣмена имѣли отверстіе у другаго, нѣсколько заостреннаго конца или на своей срединѣ.

Среди личинокъ, перемѣщенныхъ мною изъ вскрытыхъ сѣмянъ въ пробирные стаканчики, не было къ сожалѣнію ни одной, принадлежащей *Megast. brevicaudis.* Поэтому я не могу сообщить такихъ подробностей относительно превращеній этого вида, какія приведены мною выше относительно превращеній *Syntomaspis Aucupariae.*

Впрочемъ превращенія *Megast. brevicaudis*, какъ и его привычки, вполнѣ сходны съ превращеніями и привычками *Syntom. Aucupariae.*

Личинка *Megast. brevicaudis* безногая, лоснящаяся, желтовато-

бѣлая, съ буроватыми челюстями. На ея кожѣ нѣтъ такихъ длинныхъ, хорошо развитыхъ волосковъ, какими обладаютъ личинки зоопаразитныхъ видовъ Torymidae. Экскременты личинка *Megast. brevicaudis* выдѣляетъ только передъ самымъ превращеніемъ въ куколку. До выдѣленія ихъ внутри тѣла личинки замѣтна чернота (темное содержимое пищеварительнаго канала).

Въ теченіи года у *Megast. brevicaudis* развивается только одно поколѣніе. Это насѣкомое зимуетъ въ личиночномъ состояніи внутри сѣмянъ. Личинки превращаются въ куколокъ и затѣмъ въ совершенныхъ насѣкомыхъ весною. Коконовъ себѣ передъ окукленіемъ личинки не приготовляютъ.

Короткій яйцекладъ у *Megast. brevicaudis* загнутъ кверху, такъ что его выдающаяся часть торчитъ почти вертикально, притомъ какъ у самокъ, только что вылупившихся изъ куколокъ, такъ и у давно уже летающихъ.

Какъ и у другихъ Torymidae, у *Megast. brevicaudis* переднегрудь (prothorax) подвижная, свободная. Изслѣдуя незасушенные, только что умерщвленные или же сохраняемые въ спирту экземпляры, не трудно въ этомъ убѣдиться.

Въ спокойномъ состояніи крылья у самокъ *Megast. brevicaudis* лежатъ на верхней сторонѣ брюшка; при этомъ заднія находятся подъ передними, и одно изъ послѣднихъ покрываетъ другое.

Самки *Megast. brevicaudis* могутъ перепрыгивать съ одного мѣста на другое.

Megastigmus bipunctatus, Swederus и *Megast. microspilus*, Thomson извѣстны мнѣ только по описаніямъ [1]). Первый изъ нихъ очень близокъ къ *Megast. brevicaudis*, но крупнѣе и свѣтлѣе его. Что же касается *Megast. microspilus* [2]), то онъ, можетъ быть,

---

[1]) **J. W. Dalman.** Försök till Uppställning af Insect-Familjen Pteromalini. Stockholm, 1820, pag. 7 (Explicatio figurarum); Synopsis specierum Sveciae, № 1 (*Torymus bipunctatus*); Tab. I, fig. 26 et 27.

C. H. Boheman. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar. Stockholm, 1833, pag. 331—332 (*Torymus bipunctatus*).

G. Mayr. Die europäischen Torymiden. Wien, 1874, pag. 87 (*Megastigmus bipunctatus*).

C. G. Thomson. Skandinaviens Hymenoptera. Tom. IV, fasc. 1. Lund, 1875, pag. 61—63 (*Megast. bipunctatus* et *Megast. microspilus*).

[2]) Въ каталогѣ перепончатокрылыхъ насѣкомыхъ K. W. von Dalla Torre этотъ видъ ошибочно названъ „*microphilus*“ (**K. W. von Dalla Torre.** Cata-

тождественъ съ *Megast. brevicaudis*. Я однако не убѣжденъ въ этомъ.

Желая получить хотя одного самца *Megastigmus brevicaudis*, я купилъ въ началѣ сентября 1906 г. въ одной изъ фруктовыхъ лавокъ г. Полтавы немного зрѣлыхъ, красныхъ плодовъ *Sorbus Aucuparia*. На этотъ разъ плоды были привозные, но откуда ихъ привезли въ Полтаву, не удалось съ достовѣрностью узнать.

По извлеченіи сѣмянъ изъ плодовъ, я отобралъ сѣмена, содержавшія внутри себя личинокъ. Таковыхъ было найдено мною довольно много; я помѣстилъ ихъ въ пробирный стаканчикъ.

Въ концѣ сентября 1906 г. стаканчикъ съ сѣменами былъ перенесенъ мною въ неотапливаемое помѣщеніе, а въ началѣ декабря— обратно въ отапливаемую комнату жилого дома. Вслѣдствіе этого превращенія наступили ранѣе надлежащаго времени, и я получилъ совершенныхъ насѣкомыхъ не въ концѣ апрѣля и въ маѣ 1907 г., какъ слѣдовало бы, а въ февралѣ и мартѣ.

Получено же было мною изъ 29 сѣмечекъ 29 самокъ *Megast. brevicaudis*. Самцевъ опять не удалось добыть. Не было получено также ни одного экземпляра *Syntomaspis Aucupariae*.

Осенью 1906 г. среди купленныхъ мною плодовъ рябины я нашелъ нѣсколько совершенно засохшихъ; они заключали внутри себя также сѣмена съ личинками. Если бы эти сѣмена не были мною одновременно съ другими извлечены изъ плодовъ, то совершеннымъ насѣкомымъ *Megast. brevicaudis* пришлось бы весною, дѣлая отверстіе, прогрызть не только сѣмянную скорлупу, но и засохшую плодовую мякоть съ покрывающею ее кожицею.

---

logus Hymenopterorum hucusque descriptorum systematicus et synonymicus. Lipsiae, 1898, pag. 287 et 584).

ПРОТОКОЛЫ ЗАСѢДАНІИ
ИМПЕРАТОРСКАГО МОСКОВСКАГО ОБЩЕСТВА
ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ.

Годъ 1907.

1907 года, января 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: Д. Н. Анучина, Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. С. Гулевича, В. А. Дейнеги, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. А. Мензбира, П. В. Преображенскаго, Г. К. Рахманова, С. А. Рѣзцова, Я. В. Самойлова, Е. М. Соколовой, П. П. Сушкина, В. А. Тихомирова, М. К. Цвѣтаевой и А. А. Чернова и многочисленныхъ стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 14 декабря 1906 года.

2. *М. И. Голенкинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Ботаническій институтъ тропиковъ».

3. *С. Г. Григорьевъ* и *Б. С. Швецовъ* сдѣлали сообщеніе: «Отчетъ о поѣздкѣ на Канинъ полуостровъ».

За позднимъ временемъ, докладъ и обсужденіе текущихъ дѣлъ отложены до слѣдующаго очередного засѣданія Общества.

1907 года, февраля 15 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ: Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, И. А. Каблукова, П. К. Козлова, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. В. Павловой, А. П. Павлова, П. В. Преображенскаго, Н. Д. Прянишникова, Г. К. Рахманова, А. Н. Реформатскаго, Я. В. Самойлова,

В. А. Тихомирова, Н. Е. Цабеля, А. А. Чернова и Л. А. Чугаева и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 18 января 1907 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ поч. чл. Общ. *Д. И. Менделѣева*, въ Петербургѣ, и д. чл. Общ. *В. Н. Львова*, въ Москвѣ, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. *Н. Д. Зелинскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Памяти Д. И. Менделѣева».

4. *А. И. Кронебергъ* письмомъ на имя президента благодаритъ за избраніе его почетнымъ членомъ Общества.

5. Поч. чл. Общ., г. Министръ Императорскаго Двора, баронъ *В. Б. Фредериксъ* благодаритъ за доставленіе ему отчета о дѣятельности Общества за 1905—1906 годъ.

6. Поч. чл. Общ., графиня *П. С. Уварова*, препровождаетъ новый томъ «Каталога Древностей» собранія покойнаго ея мужа, графа *А. С. Уварова*. Постановлено: благодарить графиню *П. С. Уварову*.

7. Императорское Русское Географическое Общество, извѣщая циркулярно о томъ, что 2 января 1907 года исполняется 80 лѣтъ жизни его Вице-Предсѣдателя, *П. П. Семенова-Тянь-Шанскаго*, приглашаетъ почтить маститаго юбиляра. Постановлено: послать *П. П. Семенову-Тянь-Шанскому* привѣтственное письмо.

8. Императорское Русское Общество Акклиматизаціи животныхъ и растеній, извѣщая, что 30 января 1907 года исполняется 50 лѣтъ его существованія, приглашаетъ принять участіе въ его торжественномъ юбилейномъ засѣданіи, имѣющемъ быть въ означенный день. По этому поводу г. президентъ *Н. А. Умовъ* доложилъ, что на указанномъ засѣданіи представителемъ Общества былъ его д. чл. *В. П. Зыковъ*, который отъ имени Общества прочелъ привѣтственный адресъ.

9. Г. Секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ циркулярное приглашеніе принять участіе въ VII международномъ зоологическомъ конгрессѣ, созываемомъ на 6—10 августа сего года въ г. Бостонѣ. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

10 Комитетъ по организаціи чествованія памяти *U. Aldrovandi* по случаю исполняющагося трехсотлѣтія со дня его кончины приглашаетъ принять участіе въ торжественномъ собраніи, созываемомъ 30 мая сего года въ г. Болоньѣ. Постановлено: послать телеграмму.

11. Канцелярія г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа при отношеніяхъ отъ 13 января и 10 февраля сего года, за №№ 761 и 3347, препровождаетъ талоны къ ассигновкамъ за №№ 9 и 40 на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства суммы, причитающейся на содержаніе Общества въ январѣ и февралѣ сего года.

12. Д. чл. Общ. *М. В. Павлова* приноситъ въ даръ Обществу свои печатные труды: «Описаніе ископаемыхъ млекопитающихъ, собранныхъ Русскою Полярною Экспедиціей въ 1900—1903 гг.» и «Etudes sur l'histoire paléontologique des ongulés». Постановлено: благодарить г-жу *Павлову*.

13. Д. чл. Общ. *М. А. Мензбиръ*, предлагая командировать *М. Н. Дивногорскаго* для сбора зоологическихъ коллекцій въ Семирѣчье и Акмолинскую область, проситъ возбудить надлежащее ходатайство о предоставленіи ему права имѣть при себѣ и пользоваться охотничьимъ оружіемъ. Постановлено: удовлетворить эту просьбу.

14. *К. Сентъ-Илеръ* въ Юрьевѣ просить оказать ему содѣйствіе сообщеніемъ свѣдѣній о дѣятельности Общества для помѣщенія ихъ въ издаваемомъ имъ журналѣ. Постановлено: по возможности удовлетворить просьбу г. *Сентъ-Илера*.

15. Д. чл. Общ. *А. Ѳ. Флеровъ*, представляя краткій отчетъ о произведенныхъ имъ въ 1906 году изслѣдованіяхъ растительности Окскаго бассейна, проситъ о напечатаніи этого отчета въ протоколахъ засѣданій Общества и объ исходатайствованіи ему, для продолженія въ 1907 году его ботанико-географическихъ изслѣдованій въ губерніяхъ: Владимірской, Калужской, Московской, Нижегородской и Ярославской, открытыхъ предписаній отъ гг. губернаторовъ и открытыхъ листовъ отъ Губернскихъ Земскихъ Управъ названныхъ губерній. Постановлено: передать просьбу г. *Флерова* въ Совѣтъ.

16. Чл.-Кор. Общ. *В. Н. Бостанжогло*, предполагая продолжать свои зоологическія работы въ юго-восточной Россіи, проситъ о выдачѣ ему открытаго рекомендательнаго письма и объ исходатайствованіи ему открытаго предписанія отъ г. Наказнаго Атамана Уральскаго Казачьяго войска. Постановлено: передать просьбу г. *Бостанжогло* въ Совѣтъ.

17. Геологическій Музей имени Петра Великаго Императорской Академіи Наукъ, препровождая годовые отчеты о своей дѣятельности за 1904 и 1905 годы, проситъ высылать ему изданія Общества. Постановлено: высылать названному Музею всѣ изданія Общества по геологіи и палеонтологіи.

18. Г. Директоръ Зоологическаго и Антрополого-Этнографическаго Музея въ Дрезденѣ благодарить Общество за высылку XVI тома «Nouveaux Mémoires» и на запросъ Общества сообщаетъ, что обмѣнъ изданіями всего удобнѣе производить по мѣрѣ надобности и печатанія трудовъ Музея. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

19. Императорская Академія Наукъ въ Вѣнѣ сообщаетъ, что издаваемый ею «Anzeiger» съ января сего года разсылается, по желанію получателей его, отдѣльными нумерами или въ концѣ года въ одномъ томѣ. Постановлено: просить названную Академію о высылкѣ «Anzeiger'a» цѣлымъ томомъ.

20. Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie въ Брюсселѣ и Университетская библіотека въ Беркелѣ, въ Калифорніи, про-

сятъ о пополненіи недостающихъ у нихъ изданій Общества. Постановлено: по мѣрѣ возможности, удовлетворить просьбы означенныхъ учрежденій.

21. Типографія Университета въ Чикаго предлагаетъ пріобрѣсти 17 томовъ второй серіи ея изданій. Постановлено: передать въ Совѣтъ.

22. Департаментъ рыболовства въ Сиднеѣ сообщаетъ о высылкѣ Обществу работы о рыбахъ *David G. Stead'a* и проситъ, если возможно, высылать ему изданія Общества соотвѣтствующаго содержанія. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

23. *T. H. S. Tenerife* въ Отонѣ, на Филиппинскихъ островахъ, проситъ о высылкѣ ему нѣкоторыхъ изданій Общества и, главнымъ образомъ, его Bulletin. Постановлено: просьбу эту отклонить.

24. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 16 лицъ и учрежденій.

25. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу поступило 8.

24. Книгъ и журналовъ въ Библіотеку Общества поступило 245 томовъ.

27. Ревизіонная Комиссія представила слѣдующій протоколъ произведенной ею ревизіи кассовыхъ книгъ, оправдательныхъ документовъ и наличности кассы Общества за 1906 годъ:

«Ревизіонная комиссія, въ составѣ нижеподписавшихся, имѣетъ, честь доложить Обществу, что, по произведенной 13 февраля сего года, подробной провѣркѣ кассовыхъ книгъ и документовъ Общества, оказалось, согласно съ поступленіями и удостовѣренными расходами, къ 1 января 1907 года всего суммъ:

	Процентными бумагами:	Наличными деньгами:
Неприкосновеннаго капитала Общества . .	1400 р.	28 р. 05 к.
По приходо-расходной книгѣ	— „	206 „ 77 „
Капитала имени К. И. Ренара	3000 „	163 „ — „
Капитала имени А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма	3700 „	381 „ 94 „
Итого . . .	8100 р.	779 р. 76 к.

% бумаги хранятся въ Московской Конторѣ Государственнаго Банка, расписки же Банка и наличныя деньги у г. Казначея на рукахъ. Кромѣ того, въ порядкѣ храненія предъявлены были г. Казначеемъ находящіяся у него на храненіи $4^1/_2$% четыре облигаціи сторублеваго достоинства Московскаго Городского Кредитнаго Общества и сорокъ два рубля 36 к. наличными деньгами, собранные для капитала имени С. М. Переяславцевой.

Всѣ записи въ книгахъ и оправдательные документы найдены въ полномъ порядкѣ.

13 февраля 1907 года.

Члены ревизіонной Коммиссіи: В. Тихомировъ, М. Павлова».

Постановлено: благодарить гг. членовъ ревизіонной комиссіи за понесенный ими трудъ, а г. Казначея за образцовое веденіе кассовой отчетности по Обществу.

28. Г. Казначей *В. А. Дейнега* представилъ отчетъ по приходу и расходу суммъ Общества за 1906 годъ.

Приходъ:		По смѣтѣ:
1. Сумма, отпускаемая Правительствомъ	4857 р. — к.	4857 р. — к.
2. Членскіе взносы и плата за дипломы	300 » — »	292 » — »
3. Отъ продажи изданій Общества	200 » — »	130 » 65 »
4. % съ неприкосновеннаго капитала	59 » 85 »	59 » 85 »
5. Остатокъ отъ суммъ 1905 г. .	— » — »	1017 » 26 »
6. Возвратъ экскурсіонныхъ денегъ отъ В. Ч. Дорогостайскаго.	— » — »	50 » — »
Всего .	5416 р. 85 к.	6406 р. 76 к.
Расходъ:		
1. Печатаніе изданій Общества .	3600 р. — к.	4123 р. 76 к.
2. Жалованье письмоводителю канцеляріи Общества	360 » — »	360 » — »
3. Жалованье письмоводителю библіотеки Общества	360 » — »	360 » — »
4. Жалованье служителю Общества	270 » — »	270 » — »
5. Наградныя деньги къ праздникамъ	130 » — »	140 » — »
6. Почтовые расходы	260 » — »	105 » 79 »
7. Канцелярскіе расходы	175 » — »	453 » 23 »
8. Расходы по библіотекѣ Общества	50 » — »	40 » 45 »
9. Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы, экскурсіи и проч. . .	211 » 85 »	346 » 76 »
Всего . . .	5416 р. 85 к.	6199 р. 99 к.

Постановлено: признавъ этотъ отчетъ правильнымъ, утвердить его.

29. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 15 февраля 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по

кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 1191 р. 27 к., въ расходѣ—89 р. 80 к. и въ наличности — 1101 р. 47 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ 1400 р. и въ наличности — 68 р. 5 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 р. и въ наличности—163 р., и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—3.700 р. и въ наличности—381 р. 94 к. Единовременный членскій взносъ въ 40 р. поступилъ отъ Д. чл. Общ. *В. В. Аршинова.* Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ Д. чл. Общ. *В. В. Аршинова.* Членскіе взносы по 4 р. поступили за 1906 годъ отъ *В. Г. Бахметьева* и *Н. И. Стрижова*, за 1907 годъ отъ *Д. Н. Анучина, Ѳ. В. Бухгольца*, кн. *Г. Д. Волконскаго, В. Н. Габричевскаго И. И. Герасимова, В. С. Гулевича, Н. Е. Жуковскаго, А. М. Зайцева, Н. А. Заруднаго, Ѳ. А. Игнатьева, В. В. Карандѣева, Н. К. Кольцова, С. Г. Крапивина, Ѳ. И. Крашенинникова, Л. К. Лахтина, Ѳ. К. Лоренца, Н. Н. Любавина, Л. З. Мороховца, К. И. Мейера, И. Ф. Огнева, А. Н. Петунникова, С. П. Попова, П. В. Преображенскаго, О. Ф. Ретовскаго, В. Н. Родзянко, А. Н. Сабанина, И. П. Соболева, Е. М. Соколовой, А. А. Сперанскаго, А. В. Сперанскаго, Е. М. Степанова, Н. И. Сургунова, А. А. Титова, В. А. Тихомирова, Н. Е. Цабеля, А. А. Чернова, Н. А. Шилова* и *В. С. Щегляева.*

30. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Алексѣй Алексѣевичъ Борисякъ* въ Петербургѣ (по предложенію В. Д. Соколова и В. М. Цебрикова).

б) *Валеріанъ Ивановичъ Граціановъ* въ Москвѣ (по предложенію Д. И. Иловайскаго, В. Ѳ. Капелькина и В. А. Тихомирова).

1907 года, марта 29 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. вице-президента А. П. Сабанѣева, гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, В. И. Вернадскаго, Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, И. А. Каблукова, В. Ѳ. Капелькина, А. Б. Миссуны, М. Д. Мѣшаева, Г. К. Рахманова, Я. В. Самойлова, Н. И. Сургунова, В. А. Тихомирова, В. М. Цебрикова, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 16 февраля 1907 года.

2. Г. президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ поч. чл. Общ., *M. Berthelot*, въ Парижѣ, поч. чл. Общ. *В. Я. Цингера*, въ Москвѣ, и д. чл. Общ. *Н. П. Вагнера*, въ Петербургѣ, и о возложеніи вѣнка отъ Общества на гробъ *В. Я. Цингера*, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. *И. А. Каблуковъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Научная дѣятельность Berthelot».

4. *Э. Е. Лейстъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Объ опредѣленіи степени облачности».

5. *А. І. Бачинскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Рыбья перспектива».

6. Геологическій Комитетъ извѣщаетъ о кончинѣ старшаго геолога Комитета, доктора минералогіи и геогнозіи, члена-корреспондента Императорской Академіи Наукъ, *Н. А. Соколова*. Постановлено: выразить Геологическому Комитету искреннее соболѣзнованіе по поводу понесенной имъ тяжкой утраты въ лицѣ *Н. А. Соколова*.

7. Департаментъ Полиціи, отношеніемъ отъ 25 февраля сего года, за № 3052, увѣдомляетъ, что, на основаніи дѣйствующихъ законоположеній, выдача разрѣшеній на пріобрѣтеніе и храненіе оружія зависитъ отъ административной власти тѣхъ мѣстностей, гдѣ командируемыя Обществомъ лица имѣютъ или будутъ имѣть постоянное или временное жительство.

8. Канцелярія г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа при отношеніи отъ 9 марта сего года, за № 5731, препровождаетъ талонъ къ ассигновкѣ за № 93, на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства суммы, причитающейся на содержаніе Общества въ мартѣ текущаго года.

9. Одесская Городская Публичная Библіотека, извѣщая, что 19 февраля 1907 года, одновременно съ освященіемъ своего новаго зданія, она празднуетъ свой семидесятилѣтній юбилей, приглашаетъ Общество принять участіе въ этомъ торжествѣ. Постановлено: послать письменное привѣтствіе означенному учрежденію.

10. Geological Society of London, сообщая о предстоящемъ 26—28 сентября сего года празднованіи столѣтія его существованія, приглашаетъ Общество принять участіе въ этомъ торжествѣ. Постановлено: снестись по этому поводу съ д. чл. Общ. *А. П. Павловымъ*.

11. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* доложилъ просьбы объ оказаніи содѣйствія при производствѣ въ текущемъ году мѣстныхъ научныхъ изслѣдованій, поступившія отъ д. чл. Общ. *Н. И. Сургунова*—для Тифлисской и Кутаисской губерній и Терской области, которыя г. *Сургуновъ* предполагаетъ посѣтить съ цѣлью изученія ихъ въ минералогическомъ отношеніи, д. чл. Общ. *В. В. Карандѣева*—для Тифлисской губерніи, гдѣ въ окрестностяхъ г. Казбека и г. Курасъ-Цвери г. *Карандѣевъ* предполагаетъ произвести минералогическія изслѣдованія, и *Н. И. Кузнецова*—для Владимірской губерніи, въ которой г. *Кузнецовъ* предполагаетъ продолжать свои ботаническія изслѣдованія. Постановлено: просьбы всѣхъ названныхъ лицъ передать въ Совѣтъ.

12. Ярославское Общество взаимопомощи учащихъ въ народныхъ училищахъ проситъ объ оказаніи ему содѣйствія по организаціи намѣчаемыхъ

имъ экскурсій какъ внутри Россіи, такъ и за границей. Постановлено: передать просьбу означеннаго Общества тѣмъ изъ московскихъ общественныхъ организацій, которыя спеціально занимаются разработкою вопросовъ, связанныхъ съ устройствомъ образовательныхъ экскурсій.

13. Отдѣленіе Химіи Русскаго Физико-Химическаго Общества, извѣщая о томъ, что съ 1907 года его журналъ будетъ выходить отдѣльно отъ журнала Отдѣленія Физики, проситъ о продолженіи обмѣна изданіями съ нимъ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

14. Туркестанская Публичная библіотека и Музей проситъ о безплатной высылкѣ издаваемыхъ Обществомъ «Матеріаловъ къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи». Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

15. Метеорологическая станція при Юрьевскомъ реальномъ училищѣ предлагаетъ вступить съ ней въ обмѣнъ изданіями по наблюденіямъ. Постановлено: предложеніе это принять.

16. Real Academia di Ciencias y Artes de Barcelona, Zoologisches Institut der Universität Graz, Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti—Zagreb, Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden и Physikalisch-medizinische Gesellschaft in Würzburg просятъ о пополненіи недостающихъ въ ихъ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбы всѣхъ поименованныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

17. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 16 лицъ и учрежденій.

18. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу поступило 15.

19. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 96 томовъ.

20. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 29 марта 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ: на приходѣ—1620 р. 02 к., въ расходѣ—254 р. 80 к. и въ наличности—1365 р. 22 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1.400 р. и въ наличности—68 р. 05 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 р. и въ наличности—163 р. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма* состоитъ въ % бумагахъ—3700 р. и въ наличности—381 р. 94 к. Членскіе взносы по 4 р. поступили отъ *А. І. Бачинскаго, И. А. Каблукова, Е. Д. Ревуцкой, Б. А. Федченко, П. К. Штернберга* и *Д. М. Щербачева.*

1907 года, апрѣля 12 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. члена совѣта г. Н. Д. Зелинскаго, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: В. В. Аршинова, В. И. Вернадскаго, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, Д. И. Иловайскаго, В. В. Карандѣева, Ѳ. Н. Крашенинникова, М. А. Мензбира, М. В. Павловой, А. П. Павлова,

А. В Павлова, С. П. Попова, П. В. Преображенскаго, Е. Д. Ревуцкой и Я. В. Самойлова и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. *Н. Д. Зелинскій*, заявивъ объ отсутствіи гг. президента Общества *Н. А. Умова* и вице-президента *А. П. Сабанѣева*, принялъ на себя, согласно § 35 устава Общества, предсѣдательство въ настоящемъ засѣданіи.

2. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 29 марта 1907 года.

3. Г. предсѣдательствующій, *Н. Д. Зелинскій*, заявивъ о кончинѣ почетнаго члена Общества Freiherr *K. von Fritsch* въ Галле, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память его вставаніемъ.

4. *П. В. Преображенскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Новое приложеніе соляризаціоннаго фотометра». Сообщеніе г. *Преображенскаго* вызвало вопросы со стороны *Ю. В. Вульфа* и *М. В. Павловой*.

5. *Ю. В. Вульфъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О внѣшнемъ видѣ кристалловъ». Сообщеніе г. *Вульфа* вызвало вопросы со стороны *В. И. Вернадскаго*.

6. *А. Д. Архангельскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Объ исторіи верхнемѣловыхъ морей въ восточной Россіи». Сообщеніе г. *Архангельскаго* вызвало вопросы и замѣчанія со стороны *Д. И. Иловайскаго* и *А. В. Павлова*.

7. Въ виду присутствія на настоящемъ засѣданіи *А. П. Павлова*, постановлено: просить его быть представителемъ Общества на предстоящемъ 26—28 сентября празднованіи столѣтія существованія Лондонскаго Геологическаго Общества, на что *А. П. Павловъ* любезно выразилъ свое согласіе.

8. New-York Academie of Sciences приглашаетъ Общество принять участіе въ организуемомъ ею празднованіи двухсотлѣтія со дня рожденія К. Линнея. Постановлено: приглашеніе это отклонить и послать 10/23 мая привѣтственную телеграмму Упсальскому Университету.

9. *В. В. Аршиновъ* проситъ Общество объ оказаніи ему содѣйствія при производствѣ предстоящимъ лѣтомъ намѣченныхъ имъ геологическихъ изслѣдованій въ Оренбургской и Уфимской губерніяхъ. Постановлено: просьбу г. *Аршинова* удовлетворить.

10. *А. П. Павловъ* проситъ Общество объ оказаніи ему содѣйствія при производствѣ предстоящимъ лѣтомъ намѣченныхъ имъ геологическихъ изслѣдованій въ Астраханской и Саратовской губерніяхъ. Постановлено: просьбу г. *Павлова* удовлетворить.

11. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* доложилъ просьбы объ оказаніи содѣйствія при производствѣ въ текущемъ году мѣстныхъ научныхъ изслѣдованій, поступившія отъ *Г. Л. Граве*—для Смоленской губерніи, съ цѣлью производства въ ея предѣлахъ орнитологическихъ изслѣдованій, и отъ *А. А. Хорошкова*—для Московской губерніи, въ которой г. *Хорошковъ* предполагаетъ продолжать свои ботаническія изслѣдованія. Постановлено: просьбы названныхъ лицъ удовлетворить.

12. Иркутская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія, препровождая «Прибавленіе къ Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1903 годъ», проситъ вступить съ ней въ обмѣнъ изданіями. Постановлено: высылать названному учрежденію протоколы засѣданій Общества.

13. Г. Директоръ Александровскаго Городского Коммерческаго Училища отношеніемъ отъ 31 марта сего года, за № 87, проситъ о безплатной высылкѣ училищу изданій Общества. Постановлено: удовлетворить эту просьбу по мѣрѣ возможности.

14. Australasian Association for the advancement of Science, Sydney, проситъ вступить съ ней въ обмѣнъ изданіями. Постановлено: высылать названному учрежденію Bulletin Общества.

15. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* напомнилъ, что въ виду истеченія 1 сентября сего года срока представленія сочиненій для соисканія учрежденной на счетъ пожертвованія со стороны Таврическаго Губернскаго Земства при Обществѣ преміи имени *Н. А. Головкинскаго* и согласно § 8 Положенія объ этой преміи, въ апрѣльскомъ засѣданіи Общества должна быть избрана особая комиссія для разсмотрѣнія представленныхъ на конкурсъ сочиненій. Постановлено: пригласить въ составъ означенной комиссіи всѣхъ живущихъ въ Москвѣ членовъ-геологовъ Общества.

16. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 12 лицъ и учрежденій.

17. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу поступило 19.

18. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Обществу поступило 411 томовъ.

19. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 12 апрѣля 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 1620 р. 02 к., въ расходѣ—511 р. 98 к. и въ наличности 1108 р. 04 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1400 р. и въ наличности—68 р. 05 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 р. и въ наличности—163 р.; и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 3700 р. и въ наличности—381 р. 94 к.

20. Къ избранію въ дѣйствительные члены Общества предложены:

а) *Дмитрій Николаевичъ Артемьевъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго и С. П. Попова).

б) *Николай Николаевичъ Боголюбовъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. В. Павлова и А. П. Павлова).

в) *Юрій Викторовичъ Вульфъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго и Я. В. Самойлова).

г. *Николай Федоровичъ Слудскій* въ Москвѣ (по предложенію В. А. Дейнеги и М. И. Голенкина).

1907 года, сентября 20 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. вице-президента А. П. Сабанѣева, г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. С. Гулевича, В. А. Дейнеги, И. А. Каблукова, М. А. Мензбира, М. В. Павловой, П. В. Преображенскаго, Д. Н. Прянишникова, Я. В. Самойлова и А. А. Сперанскаго, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 12 апрѣля 1907 года.

2. Г. президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ почетнаго члена Общества *Henri Jouan* въ Шербургѣ и дѣйствительнаго члена Общества *Н. В. Бобрецкаго* въ Кіевѣ, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. *Э. Е. Лейстъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Объ электрическихъ наблюденіяхъ въ Туркестанѣ при солнечномъ затменіи въ январѣ 1907 года».

4. *И. А. Каблуковъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О третьемъ международномъ конгрессѣ по нефти». Сообщеніе г. *Каблукова* вызвало вопросы со стороны *В. С. Гулевича*.

5. *Ю. Н. Бѣлоголовый* сдѣлалъ сообщеніе: «Къ развитію головныхъ нервовъ птицъ». Сообщеніе г. *Бѣлоголоваго* вызвало вопросы и замѣчанія со стороны *М. А. Мензбира*.

6. *П. В. Преображенскій* сдѣлалъ сообщеніе: «Новыя пластинки бр. Люмьеръ для цвѣтного фотографированія».

7. Канцелярія г. Попечителя Московскаго Учебнаго Округа при отношеніяхъ отъ 7 мая, 10 іюня, 11 іюля, 9 августа и 7 сентября сего года, за №№ 10674, 14179, 16525, 18622 и 21756, препровождаетъ талоны къ ассигновкамъ за №№ 186, 243, 278, 331 и 382 на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства суммъ, причитающихся на содержаніе Общества въ означенные мѣсяцы.

8. Императорское Русское Общество Акклиматизаціи животныхъ и растеній въ отношеніи отъ 28 мая сего года благодаритъ за привѣтствіе въ день празднованія пятидесятилѣтія его существованія.

9. Университетъ въ Упсалѣ благодаритъ Общество за привѣтствіе въ день чествованія памяти Linné'я.

10. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ, что къ 1 сентября сего года ни одного сочиненія для соисканія учрежденной на счетъ пожертвованія со стороны Таврическаго Губернскаго Земства при Обществѣ преміи имени *Н. А. Головкинскаго* не поступило. Постановлено: предложить организованной при Обществѣ комиссіи для предварительной разработки вопросовъ, связанныхъ съ присужденіемъ означенной преміи, всесторонне обсудить вопросъ о дальнѣйшей постановкѣ конкурса по ея соисканію.

11. Химическое Отдѣленіе Русскаго Физико-Химическаго Общества препровождаетъ проектъ положенія о «Менделѣевскомъ съѣздѣ по общей и прикладной химіи» для распространенія его среди членовъ Общества.

12. Бюро по устройству совѣщаній почвовѣдовъ, приглашая къ участію въ своихъ занятіяхъ, сообщаетъ, что первый періодическій съѣздъ лицъ, работающихъ въ области почвовѣдѣнія, постановлено созвать на Рождественскіе праздники 1907 года въ Москвѣ.

13. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ текстъ адреса Лондонскому Геологическому Обществу по случаю исполнившагося столѣтія его существованія.

14. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ объ удовлетвореніи просьбы студентовъ Естественнаго отдѣленія физико-математическаго факультета Императорскаго Московскаго Университета *В. А. Жукова*, *Ф. В. Лунгерсгаузена* и *Б. А. Можаровскаго*, ходатайствовавшихъ объ оказаніи имъ возможнаго содѣйствія при производствѣ намѣченныхъ ими геологическихъ изслѣдованій въ предѣлахъ Саратовской губерніи.

15. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ о полученіи открытыхъ предписаній отъ гг. губернаторовъ: Астраханскаго—на имя дѣйствительныхъ членовъ Общества *К. И. Мейера* и *А. П. Павлова* и гг. *Л. М. Кречетовича*, *Л. И. Курсанова*, *В. В. Миллера* и *Н. Ф. Слудскаго*, Владимірскаго и Калужскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *А. Ф. Флерова*, Курскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *Э. Е. Лейста*, Кутаисскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *Н. И. Сургунова*, Московскаго—на имя дѣйствительныхъ членовъ Общества *А. Н. Петунникова* и *А. Ф. Флерова* и гг. *Д. П. Сырѣйщикова* и *А. А. Хорошкова*, Оренбургскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *В. В. Аршинова*, Орловскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *Э. Е. Лейста*, Тифлисскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *В. В. Карандѣева* и Харьковскаго—на имя дѣйствительнаго члена Общества *Э. Е. Лейста* и Начальника Ферганской Области—на имя дѣйствительнаго члена Общества *В. Д. Соколова*, а равно открытыхъ листовъ отъ Губернскихъ Земскихъ Управъ: Владимірской—на имя дѣйствительнаго члена Общества *А. Ф. Флерова* и г. *Н. И. Кузнецова* и Ярославской—на имя дѣйствительнаго члена Общества *А. Ф. Флерова*.

16. Г. Кутаисскій Губернаторъ при отношеніи отъ 5 мая сего года за № 2197, препровождаетъ свидѣтельство за № 2196 на имя дѣйствительнаго члена Общества *Н. И. Сургунова*, на право ношенія револьвера въ предѣлахъ названной губерніи.

17. Г. Владимірскій Губернаторъ отношеніемъ отъ 25 іюня сего года за № 4360 увѣдомляетъ, что онъ не признаетъ возможнымъ удовлетворить ходатайство Общества о выдачѣ открытаго предписанія на имя *Н. И. Кузнецова*.

18. Московская Губернская Земская Управа отношеніемъ отъ 7 іюня сего года за № 2009 спрашиваетъ Общество, на какомъ основаніи оно

ходатайствуетъ о выдачѣ открытаго листа на взиманіе обывательскихъ подводъ на имя дѣйствительнаго члена Общества *А. Ф. Флерова*, когда, согласно Указу Сената отъ 4 мая 1870 года, за № 22072, подводы эти отпускаются только подъ проѣздъ должностныхъ лицъ и притомъ не всѣхъ, а лишь тѣхъ, которыя имѣютъ право на это по закону. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

19. Гг. *St. C. Hepites* и *J. St. Murat* циркулярно извѣщаютъ, первый о назначеніи его главнымъ директоромъ, а второй о назначеніи его директоромъ Метеорологическаго Института въ Букурештѣ.

20. Prof. Dr. *Emile A. Goeldi* циркулярно извѣщаетъ о назначеніи его почетнымъ директоромъ музея его имени въ Белеми (Пара), а Dr. *J. Huber*—директоромъ названнаго музея.

21. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Prof. Dr. L. von Graff in Graz, Naturhistorisk Forening i Kjöbenhavn, la Société Linnéenne de Bordeaux, Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M и Bosnisch-Herzegowinisches Landesmuseum, Sarajewo просятъ о пополненіи недостающихъ у нихъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить всѣ эти просьбы по мѣрѣ возможности.

22. Редакція журнала «Revue néphologique» въ Mons предлагаетъ вступить съ ней въ обмѣнъ изданіями. Постановлено: предложеніе это отклонить.

23. Ватиканская обсерваторія въ Римѣ циркулярно извѣщаетъ о преобразованіи ея въ астрономическую и проситъ о прекращеніи высылки ей изданій Общества. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

24. Директоръ Университетскаго ботаническаго сада въ Сіенѣ сообщаетъ о прекращеніи изданія названнаго сада «Bolletino del Laboratorio ed Orto Botanico di Siena» и проситъ прекратить высылку этому саду изданій Общества.

25. Комиссія по международному обмѣну изданій, при отношеніяхъ отъ 8 іюля и 6 августа сего года, за №№ 265 и 516, препровождаетъ по желѣзной дорогѣ 176 пакетовъ, доставленныхъ по адресу Общества Американскою, Бельгійскою, Итальянскою, Нидерландскою и Французскою комиссіями, а также Обществомъ Antonio Alzate, Университетской Библіотекой въ Христіаніи и Метеорологическимъ Институтомъ въ Букурештѣ.

26. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 63 лицъ и учрежденій.

27. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 13.

28. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 556 томовъ.

29. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 20 сентября 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 3738 р. 62 к., въ расходѣ—2737 р. 79 к. и въ наличности—1000 р. 83 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—

1400 р. и въ наличности—68 р. 05 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ 3000 р. и въ наличности—291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 3700 р. и въ наличности—540 р. 12 к. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ *А. А. Чернова*. Членскіе взносы по 4 р. за 1907 годъ поступили отъ *Н. Я. Демьянова*, *Н. Я. Динника*, *М. В. Павловой*, *М. К. Цвѣтаевой* и *Н. И. Чистякова*.

30. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Дмитрій Николаевичъ Артемьевъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго и С. П. Попова).

б) *Николай Николаевичъ Боголюбовъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго, А. П. Павлова и А. В. Павлова).

в) *Юрій Викторовичъ Вульфъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго и Я. В. Самойлова).

г) *Николай Федоровичъ Слудскій* въ Москвѣ (по предложенію В. А. Дейнеги и М. И. Голенкина).

31. Къ избранію въ дѣйствительные члены Общества предложенъ Prof. Dr. *L. Mrazec* въ Букурештѣ (по предложенію Н. А. Каблукова и Н. А. Умова).

1907 года, октября 3 дня, въ годичномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. попечителя Московскаго Учебнаго Округа А. М. Жданова, г. ректора Императорскаго Московскаго Университета А. А. Мануилова, г. вице-президента А. П. Сабанѣева, г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ: А. П. Артари, В. И. Вернадскаго, кн. Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, В. В. Карандѣева, М. А. Кожевниковой, Ѳ. Н. Крашенинникова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, П. В. Преображенскаго, Д. Н. Прянишникова, А. Н. Сабанина, Ѳ. Н. Слудскаго, Е. М. Соколовой, К. А. Тимирязева, А. А. Титова, Н. Е. Цабеля, В. М. Цебрикова, А. А. Чернова и Н. И. Чистякова и многочисленныхъ стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* прочелъ отчетъ о дѣятельности Общества за 1906—1907 годъ.

2. *Д. Н. Прянишниковъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Либиховскій законъ минимума въ приложеніи къ условіямъ русскаго земледѣлія».

3. *М. И. Голенкинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Новыя ботаническія работы по наслѣдственности».

1907 года, октября 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. члена совѣта А. П. Павлова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д.

Соколова, гг. членовъ: В. В. Аршинова, А. І. Бачинскаго, В. И. Вернадскаго, Ю. В. Вульфа, В. А. Дейнеги, А. П. Иванова, Д. И. Иловайскаго, А. Б. Миссуны, М. В. Павловой, А. В. Павлова, Е. Д. Ревуцкой, Я. В. Самойлова, Д. П. Стремоухова, В. М. Цебрикова и А. А. Чернова, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. *А. П. Павловъ*, заявивъ объ отсутствіи гг. президента Общества *Н. А. Умова* и вице-президента *А. П. Сабанѣева*, принялъ на себя, согласно § 35 устава Общества, предсѣдательство въ настоящемъ засѣданіи.

2. Читаны и утверждены протоколы засѣданій Общества очередного 20 сентября и годичнаго 3 октября 1907 года.

3. *А. А. Черновъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О геологическихъ условіяхъ залеганія печерской нефти». Сообщеніе г. Чернова вызвало оживленныя пренія, въ которыхъ приняли участіе *Ю. В. Вульфъ*, *А. П. Ивановъ*, *А. П. Павловъ* и сторонній посѣтитель *А. Д. Архангельскій*.

4. *А. П. Павловъ*, передавъ предсѣдательство *В. И. Вернадскому*, сдѣлалъ сообщеніе: «Нѣкоторыя новыя данныя по тектоникѣ притиманской части Печорскаго края». Сообщеніе г. *Павлова* вызвало вопросы и замѣчанія со стороны *А. П. Иванова*, *А. А. Чернова* и сторонняго посѣтителя *А. Д. Архангельскаго*.

5. *А. П. Павловъ* снова принимаетъ предсѣдательство на себя.

6. *А. П. Ивановъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Новыя данныя по геологіи Московской губерніи». Сообщеніе г. *Иванова* вызвало вопросы и дополнительныя замѣчанія со стороны *А. Б. Миссуны*, *А. П. Павлова*, *В. Д. Соколова*, *В. М. Цебрикова*, *А. А. Чернова* и стороннихъ посѣтителей: *К. О. Висконта* и *А. Н. Розанова*.

7. За позднимъ временемъ сообщеніе *А. Б. Миссуны*: «О новой находкѣ Edestus въ окрестностяхъ г. Коломны» перенесено на слѣдующее очередное засѣданіе Общества.

8. Канцелярія Попечителя Московскаго Учебнаго Округа при отношеніи отъ 11 октября сего года, за № 25156, препровождаетъ талонъ къ ассигновкѣ за № 428, на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства суммы, причитающейся на содержаніе Общества въ октябрѣ мѣсяцѣ.

9. Д. ч. Общ. *Ѳ. В. Бухгольцъ*, сообщая краткія свѣдѣнія о произведенныхъ имъ при содѣйствіи Общества въ 1906 и 1907 годахъ изслѣдованіяхъ подземной грибной флоры въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Московской губерніи, приноситъ въ даръ Обществу коллекцію всѣхъ найденныхъ имъ до сихъ поръ видовъ подземныхъ грибовъ въ предѣлахъ названной губерніи. Постановлено: жертвователя благодарить, а означенную коллекцію передать въ лабораторію Ботаническаго Сада Императорскаго Московскаго Университета.

10. Д. ч. Общ. *П. В. Сюзевъ* представилъ краткій отчетъ о произведенныхъ имъ въ 1906 и 1907 годахъ гео-ботаническихъ изслѣдованіяхъ

въ предѣлахъ Пермской губерніи. Постановлено: приложить отчетъ г. *Сюзева* къ протоколу настоящаго засѣданія.

11. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ приглашеніе принять участіе въ юбилейномъ засѣданіи Сѣверо-Китайскаго Отдѣла Royal Asiatic Society въ Шанхаѣ, назначенномъ на 16 сего октября. Постановлено: послать названному учрежденію письменное привѣтствіе.

12. Общество Физико-Химическихъ Наукъ при Харьковскомъ Университетѣ проситъ вступить въ обмѣнъ изданіями съ нимъ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

13. Грозненская Общественная Библіотека, препровождая, при письмѣ отъ 11 сего октября, нѣсколько книгъ горн. инжен. *А. М. Конишина*, проситъ выслать въ обмѣнъ за нихъ какія-либо сочиненія по научнымъ вопросамъ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

14. *Н. І. Фененко* изъ Конотопа прислалъ въ даръ Обществу нѣсколько образцовъ грунтовъ съ ископаемыми съ берега р. Сейма. Постановлено: жертвователя благодарить, а даръ его передать въ геологическій кабинетъ Императорскаго Московскаго Университета.

15. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ циркулярное извѣщеніе Prof. *G. Hellmann*'а въ Берлинѣ о назначеніи его директоромъ Королевскаго Прусскаго Метеорологическаго Института на мѣсто *W. von Besold*'а. Постановлено принять къ свѣдѣнію.

16. Société Royale Botanique de Belgique, Public Museum of the City of Milwaukee и Liverpool Biological Society просятъ о пополненіи недостающихъ въ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбы всѣхъ названныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

17. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ*, огласивъ отъ имени Совѣта, что въ декабрѣ сего года кончается срокъ полномочій слѣдующихъ должностныхъ лицъ въ дирекціи Общества: вице-президента *А. П. Сабанѣева* и редактора *А. И. Кронеберга*, напомнилъ состоявшееся 18 января 1901 года слѣдующее постановленіе Общества:

а) въ октябрьскомъ засѣданіи Общества Совѣтъ оглашаетъ о предстоящихъ въ декабрьскомъ засѣданіи очередныхъ выборахъ должностныхъ лицъ, съ указаніемъ, по какимъ именно должностямъ предстоятъ выборы;

б) въ ноябрьскомъ засѣданіи члены Общества указываютъ записками кандидатовъ, которые и баллотируются, согласно § 27 устава Общества, въ декабрьскомъ засѣданіи.

18. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 37 лицъ и учрежденій.

19. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 17.

20. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 556 томовъ.

21. Г. Казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 18 октября 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ: на приходѣ 4166 р. 37 к., въ

расходѣ 2737 р. 79 к. и въ наличности 1428 р. 58 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ 1400 р. и въ наличности 68 р. 05 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ 3000 р. и въ наличности 291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 3700 р. и въ наличности 540 р. 12 к. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ *Н. А. Касьянова* и членскіе взносы по 4 р. за 1907 годъ поступили отъ *Н. А. Касьянова* и *А. Н. Реформатскаго*.

22. Въ дѣйствительные члены избраны Prof. Dr. *L. Mrazec* въ Букурештѣ (по предложенію И. А. Каблукова и Н. А. Умова).

23. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложенъ *Андрей Дмитріевичъ Архангельскій* въ Москвѣ (по предложенію А. П. Павлова и В. Д. Соколова).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Краткій отчетъ о геоботаническихъ изслѣдованіяхъ, произведенныхъ въ 1906 и 1907 годахъ въ предѣлахъ Пермской губ.

П. В. Сюзевъ.

Въ Шадринскомъ уѣздѣ обслѣдованы горная и степная формаціи, при чемъ найдено нѣсколько весьма интересныхъ растеній, напримѣръ, *Scabiosa isetensis* L. (новая для Пермской губ.), *Potentilla approximata* Bunge, *P. opacaeformis*, Castilleja pallida Kunth., *Teloxis aristata* Mog., *Euphrosia tatarica*, *E. brevipila* Burn. et Grem., *E. Rostkoviana* Hayne, *E. stricta*, Plantago maxima, P. maritima, Carex *diluta* M. B., *Carex capillaris L.* var. Ledebouriana C. A. M., Schivereckia podolica Andrz., Viola collina, Bess., Polygala sibirica L., Allium Stellerianum Willd.

Обращено вниманіе на полыни, при чемъ оказались слѣдующіе виды: Artemisia glauca Pall., A. campestris L., *A. pontica* L., A. macrantha Ledb., A. laciniata Willd. v. armeniaca Trautv. («падунъ»), A. latifolia Ledb., A. vulgaris L., A. rupestris, A. frigida Willd., A. Absinthium L.; большое разнообразіе формъ Echinops Ritro, отличающихся шириною долей листа; Centaurea Marschalliana Spr. и C. Sibirica L.; Hieracium echioides Lam. s. sp. *proceriforme* N. P., H. virosum Pall. (др. видовъ ястребниковъ вовсе не замѣчено); Adeno-

phora lilifolia Ledb., Glaux maritima L, Verbascum phoeniceum L., Orobanche caesia Rchb., O. alsatica Kir.; Phlomis tuberosa L.; *Statice Gmelini* Willd. (на солнцѣ); Atriplex hastatum L.; Thesium ebracteatum Hayne. Среди ивъ заслуживаютъ вниманія: Salix pyrolaefolia Ledb., новое самое южное мѣстонахожденіе между с. Усть-Караболка и оз. Маянъ, S. cuspidata Schult., S. dasyclados Wimm., S. vagans, S. phylicifolia L.; кромѣ того нѣсколько помѣсей ивъ, пока еще неизслѣдованныхъ. Въ озерѣ Маянъ оказались Isoyetes lacustris и I. *echinospora*. Въ Оханскомъ уѣздѣ найдены новыя мѣстонахожденія орхидей Cypripedium calceolus, C. guttatum, Goodyera repens R. Br.

1907 года ноября 15 дня въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: В. В. Аршинова, А. І. Бачинскаго, В. И. Вернадскаго, В. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, А. П. Иванова, В. В. Карандѣева, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, М. В. Павловой, А. П. Павлова, А. В. Павлова, Е. Д. Ревуцкой, Я. В. Самойлова, Д. П. Стремоухова и В. М. Цебрикова, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 18 октября 1907 года.

2. *А. Б. Миссуна* сдѣлала сообщеніе: «О новой находкѣ Edestus въ окрестностяхъ г. Коломны».

3. *В. Д. Соколовъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Матеріалы по геологіи ферганскихъ мѣсторожденій нефти». Сообщеніе г. *Соколова* вызвало вопросы и замѣчанія со стороны *Н. Д. Зелинскаго* и *А. П. Иванова*. Краткое изложеніе сообщенія г. *Соколова* при семъ особо прилагается.

4. *М. А. Ракузинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Опытъ физико-химической теоріи опредѣленія геологическаго возраста нефтей». Сообщеніе г. *Ракузина* вызвало замѣчаніе со стороны *Н. Д. Зелинскаго* и *А. П. Иванова*. Краткое изложеніе сообщенія г. *Ракузина* при семъ особо прилагается.

5. Сообщеніе *А. Д. Архангельскаго:* «О верхнемѣловыхъ слояхъ южнаго Поволжья», по просьбѣ докладчика, за позднимъ временемъ, перенесено на слѣдующее очередное засѣданіе Общества.

6. Г. президентъ *Н. А. Умовъ* отъ имени Совѣта предложилъ, въ уваженіе выдающихся научныхъ заслугъ и, въ особенности, всегда внимательнаго и авторитетнаго долголѣтняго участія въ дѣятельности Общества, *М. А. Мензбира* и *А. П. Сабанѣева*, избрать ихъ почетными членами Общества. Предложеніе это было принято при единодушномъ и оживленномъ сочувствіи.

7. Московскій Военный Госпиталь, извѣщая о предстоящемъ 21 ноября сего года празднованіи 200-лѣтія своего существованія, приглашаетъ принять участіе въ означенномъ торжествѣ. Постановлено: просить *В. А. Тихомирова* быть на немъ представителемъ Общества.

8. Д. ч. Общ. *А. П. Ивановъ* письменно представилъ свои замѣчанія къ докладу *А. А. Чернова:* «О геологическихъ условіяхъ залеганія печерской нефти», заслушаному Обществомъ въ его засѣданіи 18 октября сего года, и краткое изложеніе своего сообщенія, доложеннаго въ томъ же засѣданіи. Постановлено: обѣ записки г. *Иванова* напечатать въ приложеніи къ протоколу настоящаго засѣданія.

9. Г. президентъ *Н. А. Умовъ*, отъ имени Совѣта, доложилъ, что Д. чл. Общ. *В. В. Аршиновъ*, идя на встрѣчу интересамъ Общества, предлагаетъ ежегодно вносить по 360 руб. на нужды библіотеки Общества съ тѣмъ, чтобы эта сумма тратилась на приглашеніе по найму нуждающихся студентовъ-естественниковъ Московскаго Университета для работы въ библіотекѣ, рекомендуя при этомъ пригласить для этой цѣли на первый разъ студента названнаго Университета *И. А. Кастратовича.* Совѣтъ постановилъ съ благодарностью принять предложеніе г. *Аршинова* и доложить о немъ Обществу, выяснивъ предварительно, совмѣстно съ г. *Аршиновымъ*, подробности соглашенія съ нимъ. Соглашеніе это состоялось въ слѣдующей формѣ:

1) Д. чл. Общ. *В. В. Аршиновъ* вноситъ казначею Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы ежегодно къ 1-му январю триста шестьдесятъ рублей на вспомогательныя работы по библіотекѣ Общества.

2) Изъ означенной суммы производятся ежемѣсячныя выдачи въ вознагражденіе лицу, на которое будутъ возложены занятія по библіотекѣ Общества.

3) Означенное лицо должно быть избираемо изъ нуждающихся студентовъ Московскаго Университета, физико-математическаго факультета, естественнаго отдѣленія, или же изъ студентовъ медиковъ, окончившихъ курсъ на этомъ отдѣленіи.

4) Избраніе совершается Совѣтомъ Общества изъ числа студентовъ, удовлетворяющихъ поставленнымъ выше условіямъ, и рекомендуемыхъ Совѣту членами Общества.

Постановлено: благодарить *В. В. Аршинова* за его внимательное отношеніе къ интересамъ Общества и принять его предложеніе въ вышеуказанныхъ подробностяхъ.

10. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ*, отъ имени Совѣта, предложилъ:

а) Конкурсъ по соисканію преміи имени *Н. А. Головкинскаго*, учрежденной при Обществѣ на счетъ пожертвованія со стороны Таврическаго Губернскаго Земства, въ виду того, что на него не было представлено ни одного сочиненія, и за отсутствіемъ работъ, удовлетворяющихъ требованіямъ конкурса и достойныхъ означенной преміи, признать не состоявшимся.

б) Снестись съ Таврическимъ Губернскимъ Земствомъ по вопросамъ: 1) не угодно ли ему будетъ снова повторить конкурсъ съ оставленіемъ той же темы—«Третичныя отложенія Таврической губерніи и ихъ водоносность», какъ наиболѣе, по мнѣнію Общества, соотвѣтствующей интересамъ Земства, и тѣхъ же условій, назначивъ срокомъ представленія сочиненій на конкурсъ 1 сентября 1909 года, и 2) въ случаѣ несогласія на это, не угодно ли будетъ ему сумму, ассигнованную на премію имени Н. А. Головкинскаго, оставить въ распоряженіи Общества съ тѣмъ, чтобы оно, намѣтивъ опредѣленную задачу, связанную съ разработкою вышеуказанной темы, командировало для разрѣшенія ея, подъ своимъ руководствомъ и контролемъ, соотвѣтствующее лицо, обязанное отчетомъ передъ Обществомъ.

Постановлено: принять эти предложенія.

11. Канцелярія г. попечителя Московскаго Учебнаго Округа, при отношеніи отъ 7 ноября сего года, за № 28386, препровождаетъ талонъ къ ассигновкѣ за № 476, на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства суммы, причитающейся на содержаніе Общества въ ноябрѣ мѣсяцѣ сего года.

12. Philosophical Society, Cambridge, проситъ о пополненіи недостающихъ въ его библіотекѣ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбу названнаго Общества по мѣрѣ возможности.

13. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 11 лицъ и учрежденій.

14. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу поступило 32.

15. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 536 томовъ.

16. Г. Казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 15 ноября 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 4575 р. 12 к., въ расходѣ 3021 р. 62 к. и въ наличности 1553 р. 50 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ 1400 руб. и въ наличности—68 р. 5 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ 3000 р. и въ наличности 291 р. 25 к., и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 3.700 р. и въ наличности 540 р. 12 к. Членскій взносъ въ 4 р. за 1907 годъ поступилъ отъ *Я. Ф. Самойлова*.

18. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, согласно состоявшемуся 18 января 1901 года постановленію Общества, предложилъ указать записками кандидатовъ къ предстоящей въ декабрьскомъ засѣданіи Общества баллотировкѣ на новое трехлѣтіе слѣдующихъ лицъ: вице-президента и одного редактора.

19. По подсчету представленныхъ записокъ съ именами кандидатовъ на означенныя должности были указаны на должность:

а) Вице-Президента:

А. П. Сабанѣевъ . . . 11 голосами.
А. П. Павловъ . . . . 2 »

б) Редактора:

А. И. Кронебергъ. . . 10 голосами.

Изъ означенныхъ лицъ *А. П. Павловъ* просилъ исключить его изъ списка кандидатовъ.

20. Въ дѣйствительные члены избраны *Андрей Дмитріевичъ Архангельскій* въ Москвѣ (по предложенію А. П. Павлова и В. Д. Соколова).

21. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложенъ *Генрихъ Іосифовичъ Касперовичъ* въ Москвѣ (по предложенію И. В. Вернадскаго, В. В. Карандѣева и Я. В. Самойлова).

ПРИЛОЖЕНІЯ.

Матеріалы по геологіи ферганскихъ мѣсторожденій нефти.

В. Д. Соколова.

Давно уже интересуясь изученіемъ ферганскихъ мѣсторожденій нефти въ отношеніи ихъ геологическихъ особенностей и производительности, я дважды посѣтилъ ихъ: въ первый разъ въ 1905 и во второй въ 1907 году, при чемъ наибольшее вниманіе было удѣлено мною южнымъ окраинамъ Ферганской долины, по линіи: Чиміонъ, Риштанъ, Шоръ-су, Силь-рохо и далѣе на западъ. Въ настоящее время мнѣ удалось выяснить нѣкоторыя подробности, касающіяся общаго характера тѣхъ геологическихъ условій, въ которыхъ находятся мѣсторожденія нефти въ южной части Ферганы, что и составляетъ предметъ дальнѣйшаго изложенія. Считаю нужнымъ, однако, заранѣе оговориться, что въ немъ не будетъ рѣчи ни о собранныхъ мною и пока еще недостаточно обработанныхъ палеонтологическихъ матеріалахъ, ни о спорномъ вопросѣ о положеніи такъ называемаго «Ферганскаго» яруса въ общей схемѣ третичныхъ и мѣловыхъ отложеній.

Естественные выходы нефти съ сопровождающими ее газообразными и твердыми углеводородами, чрезвычайно многочисленны въ Ферганской области и располагаются довольно узкой полосой, пре-

имущественно по окраинамъ самой Ферганской долины, охватывая ее приблизительно въ видѣ подковы съ сѣверо-востока (NO), востока (O), юго-востока (SO) и юга (S). Необходимо, впрочемъ, имѣть въ виду, что описываемыя мѣсторожденія нефти представляютъ собою не сплошную полосу, а сосредоточиваются по ея протяженію отдѣльными группами, которыхъ въ настоящее время насчитывается до десяти. Группы эти распредѣляются не случайно. Чаще всего онѣ пріурочиваются къ мѣстамъ наиболѣе явнаго напряженія тектоническихъ процессовъ, выражающагося въ складчатости пластовъ, сбросахъ, сдвигахъ и т. п. Обстоятельство это, однако, не исключаетъ возможности нахожденія нефти въ такихъ мѣстахъ, гдѣ эти процессы проходятъ болѣе скрыто и спокойно и гдѣ нѣтъ видимыхъ выходовъ ея на поверхность земли.

На всемъ огромномъ протяженіи ферганской нефтеносной полосы общая послѣдовательность отложеній различныхъ геологическихъ системъ остается весьма постоянной. Схематично она можетъ быть представлена въ слѣдующемъ видѣ: «По какой бы долинѣ,—по словамъ И. В. Мушкетова,—мы ни спускались съ прилегающихъ горъ въ Фергану, почти вездѣ мы найдемъ одно и то же чередованіе породъ, слѣдующихъ въ такомъ порядкѣ: на древнихъ породахъ залегаютъ темноцвѣтные тріасовые и юрскіе песчаники, конгломераты и глинистые сланцы; за ними слѣдуютъ красноцвѣтные рухляки, песчаники, зеленыя глины, устричные известняки мѣловой системы, пластующіеся иногда согласно, но въ большинствѣ случаевъ несогласно съ юрскими; на нихъ согласно налегаютъ третичные известняки, глины, песчаники, переходящіе въ конгломератъ, сливающійся съ потретичнымъ конгломератомъ, лессомъ и пескомъ. Слѣдовательно, по мѣрѣ приближенія къ срединѣ Ферганской долины выступаютъ болѣе новые осадки, заканчивающіеся потретичными, которые въ средней части получаютъ исключительное развитіе, скрываютъ подъ собою всѣ другіе и придаютъ поверхности ея однообразный, мѣстами пустынный видъ» [1]). Въ общемъ, за немногими исключеніями, эта геологическая картина совершенно вѣрна. Въ дополненіе къ ней позволю себѣ только порекомендовать всякому, кто пожелаетъ лично ознакомиться со всѣми ея подробностями, осмотрѣть превосходно отпрепарированный самою природою разрѣзъ мощной толщи по-

---

[1]) „Туркестанъ“. Спб., 1886 г., т. I, стр. 472—473.

третичныхъ, третичныхъ, мѣловыхъ и юрскихъ отложеній по сравнительно удобной экипажной дорогѣ изъ Коканда, черезъ кишлакъ Киримъ-Дувана, по р. Шоръ-су, въ Исфару. Лучшаго по своей полнотѣ, цѣльности и согласности залеганія разрѣза этихъ отложеній мнѣ нигдѣ не приходилось видѣть во всей Ферганской области.

Однимъ изъ типичнѣйшихъ звеньевъ описываемой толщи является серія «устричныхъ» пластовъ, обособленная Г. Д. Романовскимъ подъ именемъ «Ферганскаго» яруса [1]), къ которому и пріурочиваются, главнымъ образомъ, всѣ мѣсторожденія нефти въ Ферганѣ. Пласты эти состоятъ изъ желтовато- и сѣровато-бѣлыхъ известняковъ и залегающихъ между ними слоевъ пестроцвѣтныхъ (бѣлыхъ, желтыхъ, зеленыхъ, красноватыхъ и синевато-сѣрыхъ) мергелей и глинъ. Наиболѣе характернымъ въ этой серіи является известняковый горизонтъ, нерѣдко совершенно переполненный раковинами грифей (Gryphaea Kaufmannii, Rom.) и настолько выдѣляющійся среди другихъ осадочныхъ отложеній, что туземцы называютъ его «акъ-джіакъ», т.-е. бѣлая кайма. Такая кайма протягивается по окраинамъ Ферганской долины мѣстами двумя параллельными полосами на сотни верстъ и служитъ, по справедливому замѣчанію В. Вебера, превосходнымъ горизонтомъ для оріентировки въ остальной серіи пластовъ ферганскаго яруса [2]).

Ближайшее ознакомленіе съ геологическимъ строеніемъ южной части Ферганы позволяетъ въ настоящее время установить слѣдующую послѣдовательность осадочныхъ отложеній потретичной, третичной, мѣловой и юрской системъ въ порядкѣ сверху внизъ:

1. *Конгломератъ*, сѣровато-бурый, большей или меньшей плотности, нерѣдко съ очень крупной галькой, скрѣпленной песчано-глинистымъ цементомъ съ примѣсью углекислой извести. Гальку этого конгломерата составляютъ: палеозайскіе известняки и песчаники, глинисто-слюдяный и другіе сланцы, кварциты и разнообразныя кристаллическія породы. Въ болѣе низкихъ горизонтахъ величина гальки постепенно уменьшается, а содержаніе песка увеличивается. Мощность—нѣсколько сотъ метровъ.

2. *Песчаникъ*, желтовато-бурый, зерно среднее, мергелистый, съ прослойками грубаго песчаника и конгломерата. Книзу содержаніе

---

[1]) „Матеріалы для геологіи Туркестана". Спб., 1878 г., вып. I, стр. 51.

[2]) „Краткій предварительный отчетъ о поѣздкѣ въ Фергану въ 1902 г.". Изв. Геол. Ком., т. XXII, 1903 г., № 1, стр. 6.

глины и углекислой извести замѣтно возрастаетъ. Мощность—не менѣе 100 метровъ.

3. *Мергель*, буровато-желтый, въ отдѣльныхъ прослойкахъ слегка песчанистый. Мощность—нѣсколько десятковъ метровъ.

4. *Мергели*, пестрые, вверху розовые съ прослойками песчаника, мѣстами нефтеноснаго (нефть въ немъ вторичнаго происхожденія, ненадежная), затѣмъ красные и внизу зеленые, сильно соленосные, содержатъ значительныя количества гипса, залегающаго прослойками и жилами. Мощность—до 100 метровъ.

5. *Мергель*, зеленовато-бурый, незначительной мощности.

6. *Мергель*, бѣлый, довольно плотный, при вывѣтриваніи распадающійся на многогранные кусочки, также незначительной мощности.

7. *Мергель*, зеленый, нерѣдко сильно уплотненный, переходящій въ известнякъ. Содержитъ массовыя скопленія створокъ Platygena asiatica, Rom., напоминающихъ собою столовыя тарелки, довольно крупныхъ размѣровъ. Этотъ «тарелочный» горизонтъ настолько характеренъ и постояненъ, что также можетъ служить для оріентировки при поисковыхъ работахъ на нефть. Мощность его—отъ 10 до 15 метровъ.

8. *Мергель*, табачнаго цвѣта, незначительной мощности.

9. *Глина*, желтая, сланцеватая, слегка мергелистая. Мощность—до 5 метровъ.

10. *Известнякъ*, бѣлый, съ массою створокъ мелкихъ устричныхъ формъ—«мелкоустричный» известнякъ. Мощность—отъ 3 до 5 метровъ.

11. *Глина*, пестрая, съ гипсомъ, битуминозная. Мощность—около 1 метра.

12. *Глина*, зеленая, сланцеватая, книзу съ нефтяными газами. Мощность—въ 12—15 метровъ.

13. *Известнякъ*, плотный, сѣраго цвѣта, песчанистый, съ характерными «крыльчатыми» устричными формами, раковины которыхъ нерѣдко достигаютъ очень крупныхъ размѣровъ. Содержитъ: нефтяные газы, нефть и твердые битумы. Мощность—до 5 метровъ.

14. *Глина*, сильно песчанистая, мѣстами съ песчаными прослойками, зеленовато-синяя. Глинѣ этой подчинены до 10 слоевъ ракушника, почти сплошь состоящаго изъ створокъ Gryphaea Kautmannii, Rom., и родственныхъ ей формъ, часто превосходной со-

хранности. Содержитъ нефтяные газы и нефть. Толща эта въ южной Ферганѣ представляетъ собою основной нефтеносный горизонтъ. Мощность—отъ 20 до 25 метровъ.

15. *Известнякъ*, бѣлый, плотный, мѣстами совершенно лишенный ракушекъ, чаще же всего буквально переполненный ими, внизу становится мергелистымъ и разслоивается на тонкія плитки. На поверхности земли, при вывѣтриваніи, известнякъ этотъ обозначается бѣлыми полосами («акъ-джіакъ»), что и было уже мною отмѣчено въ предыдущемъ изложеніи. Мощность—не менѣе 15 метровъ.

16. *Песчаникъ*, буровато-зеленый, мергелистый, съ массою створокъ характерныхъ устричныхъ формъ, некрупныхъ размѣровъ, книзу переходитъ въ болѣе чистый плотный песчаникъ. Мощность—до 10 метровъ.

17. *Гипсъ*, бѣлый, зернистый, мѣстами съ прослойками известняка. Мощность—около 15 метровъ.

18. *Песчаникъ*, буровато-зеленый, почти безъ ископаемыхъ, слегка мергелистый, съ оригинальными конкреціями халцедона, нерѣдко очень крупныхъ размѣровъ. Мощность—не выше 10 метровъ.

19. *Гипсъ*, подобный № 17, но безъ известняка и большей мощности.

20. *Песчаники*, сѣрые и красные, съ прослойками гипса, книзу переходящіе въ красные *конгломераты*. Песчаники эти переслаиваются съ известняками, которые въ нижнихъ горизонтахъ описываемой песчаниковой толщи совершенно исчезаютъ. Мощность ея измѣряется нѣсколькими стами метровъ.

21. *Песчаники*, сѣровато-бурые и сѣровато-зеленые, иногда слабофіолетовые, переслаивающіеся съ глинистыми сланцами той же окраски. Мощность—нѣсколько сотъ метровъ.

22. *Сланцы*, сѣрые и бурые, песчано-глинистые, съ остатками растеній и каменнымъ углемъ, а также конкреціями сферосидерита. Вообще въ отдѣльныхъ слояхъ сланцы эти становятся мѣстами сильно желѣзистыми. Мощность—до 200 и болѣе метровъ.

Такова общая схема южно-ферганскихъ осадочныхъ отложеній, начиная съ современныхъ и кончая юрскими. Въ огромномъ большинствѣ случаевъ всѣ вышеуказанные пласты залегаютъ совершенно согласно, что крайне затрудняетъ раздѣленіе ихъ по геологическимъ системамъ. Отложенія современной эпохи неуловимо переходятъ въ третичныя, а эти въ свою очередь тѣсно спаиваются съ

мѣловыми. Только послѣднія не всегда залегаютъ согласно съ отложеніями юрской системы. Дѣло еще болѣе осложняется бѣдностью и безцвѣтностью палеонтологическихъ данныхъ для характеристики отдѣльныхъ пластовъ. Въ виду всего этого, можно лишь условно отнести: № 1 къ отложеніямъ современной геологической эпохи, №№ 2—16 къ отложеніямъ третичной системы, №№ 17—20 къ отложеніямъ системы мѣловой и, наконецъ, №№ 21 и 22 къ системѣ юрской.

Всѣ вышеописанныя толщи болѣе или менѣе дислоцированы при общемъ уклонѣ пластовъ къ срединѣ Ферганской долины. Обычная форма здѣшнихъ дислокацій—складчатость приблизительно по широтному направленію, при чемъ мѣстами наблюдается нѣсколько параллельныхъ складокъ. Въ связи со складчатостью въ предгоріяхъ южной Ферганы сильно развиты трещиноватость и сопутствующіе ей сбросы или въ томъ же широтномъ направленіи, или въ направленіи, приближающемся къ меридіональному. Изъ широтныхъ трещинъ-сбросовъ особенно картинны: Чиміонскій, Риштанскій, Ляканъ-Исфаринскій и Кучъ-Какскій, а изъ меридіональныхъ—рѣчныя долины, прорѣзывающія предгорія южной Ферганы. Нѣкоторые изъ широтныхъ сбросовъ сопровождаются выходами изверженныхъ кристаллическихъ породъ. Судя по часто повторяющимся здѣсь землетрясеніямъ, нужно думать, что въ тектоническомъ отношеніи вся эта страна и до сихъ поръ еще переживаетъ длительный процессъ геологическаго строительства.

Что же касается нефтеносности вышеописанныхъ толщъ, то наибольшія скопленія нефти, какъ это и было уже указано выше, пріурочиваются къ мѣстамъ наиболѣе свѣжихъ и напряженныхъ дислокацій, въ особенности сбросоваго характера, а также къ наиболѣе пористымъ песчано-глинистымъ отложеніямъ ферганскаго яруса, каковыми въ южной Ферганѣ являются преимущественно пласты №№ 13 и 14 вышеприведенной схемы здѣшнихъ осадочныхъ отложеній. Пласты эти, однако, не представляютъ собою коренного мѣсторожденія нефти, а служатъ лишь какъ бы фитилями, высасывающими ее изъ болѣе глубокихъ нѣдръ. Въ виду этого, нефтеносенъ, можетъ быть, и известнякъ № 15, какъ это и наблюдается на самомъ дѣлѣ въ другихъ ферганскихъ мѣсторожденіяхъ нефти.

Въ заключеніе нахожу нелишнимъ замѣтить, что въ практическомъ отношеніи мѣсторожденія эти крайне капризны и что правильная

разработка ихъ можетъ быть установлена только подъ условіемъ необходимой геологической осмотрительности. Здѣсь нужно участіе опытныхъ спеціалистовъ, безъ руководства которыхъ въ Ферганской области немыслимо создать ни одного мало-мальски серьезнаго нефтепромышленнаго предпріятія.

Опытъ физико-химической теоріи опредѣленія геологическаго возраста нефтей.

М. А. Ракузина.

Оптическое изслѣдованіе нефтей начато мною въ январѣ 1904 г. послѣ того, какъ я въ засѣданіи Имп. Моск. Общ. Исп. Природы узналъ о наблюденной *Л. А. Чугаевымъ* оптической дѣятельности минеральнаго масла (вазелиноваго). Послѣ моего перваго сообщенія въ Жур. рус. физ.-хим. Общ. въ мартѣ 1904 г. проф. *Вальденъ* сообщилъ, что онъ еще въ 1900 г. указывалъ на забытыя работы: *Біо* (1835), наблюдавшаго *лѣвую* нефть, къ сожалѣнію, неизвѣстнаго происхожденія, и работу *Сольтзина* (1898), наблюдавшаго *правое* вращеніе, между прочимъ, у дериватовъ Романинской нефти. Съ тѣхъ поръ я изслѣдовалъ цѣлый рядъ нефтей (болѣе 100) изъ различныхъ мѣстъ на землѣ и наблюдалъ исключительно правое вращеніе. Только въ іюлѣ текущаго года продолжателямъ моихъ работъ удалось наблюсти *лѣвое* вращеніе у дистиллатовъ нефти: *Энглеръ*—наблюдалъ это явленіе у нефти съ о. Явы, а *Джонсъ* и *Вуттенъ* въ Кембриджѣ — у нефти съ о. Борнео. Пока всѣ изслѣдованныя нефти сѣвернаго полушарія — правыя.

Итакъ, первый геогенетическій признакъ большинства нефтей на землѣ — оптическая активность прозрачныхъ дериватовъ. Второй признакъ—*непрозрачность бензольныхъ растворовъ сырой нефти по отношенію къ поляризованному лучу, доходящая иногда до* $^1/_{32}$%. Эта «оптическая непрозрачность», повидимому, обусловлена содержаніемъ въ нефтяхъ ультрамикроскопическихъ углистыхъ веществъ, и тогда коэффиціентъ непрозрачности является безспорнымъ критеріемъ геологическаго возраста данной нефти. На цѣломъ рядѣ нефтей, между прочимъ, на изслѣдованныхъ по порученію Геолог. Ком. 47 нефтяхъ изъ Биби-Эйбата удалось доказать, что наибольшимъ глубинамъ со-

отвѣтствуютъ максимальный уд. вѣсъ и минимальная «оптическая прозрачность» и обратно.

Третій признакъ — отношеніе прозрачныхъ дериватовъ нефти къ реактивамъ г. *Чугаева*, т.-е. къ трихлоруксусной кислотѣ и т. п. Получаются прекрасныя окрашиванія отъ нѣжно-розоваго до темно-малиноваго. Интенсивность окрашиваній растетъ съ уд. вѣсомъ и вращеніемъ погоновъ. Повидимому, всѣ нефти одного происхожденія— *смѣшаннаго*, т.-е. изъ животныхъ и растеній, но окончательно вопросъ не рѣшенъ, такъ какъ есть нѣкоторое противорѣчіе въ работахъ, съ одной стороны, моихъ, *Маркуссона* и *Энглера* и съ другой—*Нейберга*.

Отношеніе къ реактивамъ г. *Чугаева* вызываетъ на очередь вопросъ о *рацемизаціи*, которая въ настоящее время наблюдены, независимо другъ отъ друга, мною и *Энглеромъ* на пенсильванскихъ нефтяхъ, и мною—на итальянскихъ оптически пустыхъ нефтяхъ изъ мѣстностей: Velleija и Montechino.

Данныя оптическаго анализа нефтей въ связи съ фильтраціонной теоріей *Дея* даютъ основаніе для слѣдующихъ разсужденій о геологическомъ возрастѣ нефтей «маточныхъ», т.-е. лежащихъ на наибольшей глубинѣ:

$$A_I = b + r + v + z + f \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

гдѣ:

A_I . . .	обозначаетъ	геолог. возрастъ	(geologische Alter)
b . . .	„	періодъ образованія	(Bildungsperiode)
r . . .	„	„ рацемизаціи	(Racemisationsperiode)
v . . .	„	„ обугливанія	(Verkohlungsperiode)
z . . .	„	„ разложенія	(Zersetzungsperiode)
и f . . .	„	„ фильтраціи	(Filtrationsperiode).

Для болѣе молодыхъ нефтей n-аго порядка, т.-е. для фильтръ-фракцій маточной нефти имѣемъ:

$$A_n = f + r + v + z \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

такъ какъ эти нефти произошли путемъ фильтраціи.

Уравненіе (1) изслѣдовано относительно r и v. Изслѣдованные 11 случаевъ показываютъ все разнообразіе консистенціи и свойствъ всѣхъ нефтей въ природѣ.

Частные случаи уравненія (2) тоже интересны. Такъ, напримѣръ, для Сураханской нефти, оптически пустой, нерацемизованной и подавно неразложенной, имѣемъ:

$$A_н = f.$$

Величина $f = k \cdot \frac{1}{D_i - D_a} = \frac{k}{F}$, гдѣ

k = константа, зависящая отъ природы жидкости (Filtrationskonstante),

D_i = внутр. давленіе газовъ въ землѣ (Innerer Druck),

D_a = наружн. давленіе пластовъ (Äusserer Druck),

$F = D_i - D_a$ = разность силъ (Filtrationskraft).

Величина F въ различныхъ мѣстахъ земли имѣетъ различную величину и обусловливаетъ различную *дифференціацію* свойствъ нефтей въ различныхъ районахъ.

Новыя данныя по геологіи Московской губерніи.

А. П. Ивановъ.

Каменноугольныя отложенія. Въ обнаженіяхъ московскаго яруса с. Мячкова, кромѣ описанныхъ Траутшольдомъ и приводимыхъ С. Никитинымъ въ сочиненіи «Каменноугольныя отложенія подмосковнаго края и артезіанскія воды подъ Москвою»: Allorisma regulare King, Conocardium uralicum Keys., Anatina attenuata M'Coy., Anatina deltoidea M'Coy., Avicula evanescens Trd., Sanguinulites tetraedrus Trd., найдены нижеслѣдующія формы двустворокъ: Cyrtodonarca bakevelloides Iakov., Pleurophorus subcuneatus Meck. et Hayd., Entolium aviculatum Swall., Edmondia nebrasceasis Gein., Streblopteira sericea Vern., Pterinopsis permocarbonica Stuck., Schisodus rossicus Vern., Astarte permocarbonica Tscher. Эти 8 формъ найдены въ каменоломняхъ на правомъ берегу р. Москвы (ниже устья р. Пахры) въ одной прослойкѣ бѣлаго плотнаго известняка, въ которой, кромѣ двустворокъ, найдены: Nautilus mosquensis Tswet., Bellerophon costatus Sow., Bellerophon sp., Murchissonia Fischeri Stuck. и еще нѣсколько формъ неопредѣленныхъ Gasteropoda, изъ Brachiopoda же найдены только Streptorinchus. Нижеслѣдующія формы собраны въ другихъ горизонтахъ мячковскихъ обнаженій: Pecten Kokscharovi Vern., Aviculopecten subfimbriatus var. и Aviculopecten Touleanus Stuck., Aviculopecten carboniferus Stew., Allorisma elegans King., Schisodus Wheeleri Swall.

Кромѣ этихъ ясно различимыхъ формъ найдены также: Pinna sp., Pecten sp., Macrodon sp., Allorisma sp., Antracosia sp.

Изъ другихъ ископаемыхъ, не упоминаемыхъ предыдущими изслѣдователями, считаю нужнымъ отмѣтить нижеслѣдующія, найденныя мною въ каменоломняхъ с. Мячкова формы: Productus Koninkianus M. W. K. и Archeacidaris Wortheni Hall. Въ доломитахъ гжельскаго яруса д. Русавкиной найдены слѣдующія неуказанныя С. Никитинымъ формы: Spirifer mosquensis Fisch.—типичная форма и нѣсколько крупныхъ груборебристыхъ видовъ, описанныхъ изъ Самарской луки Штукенбергомъ, среди нихъ чаще всего Spirifer Pavlovi Stuck., далѣе Spirifer ufensis Tchern., Spirifer Sokolovi Tchern., Euomphalus marginatus Eick., Euomphalus sp. (бугристая форма), Omphalotrochus Whitnegi Meck., Omphalotrochus n. sp.

Къ роду же Omphalotrochus, какъ мнѣ кажется, долженъ быть отнесенъ и Euomphalus canaliculatus Trd., какъ по характеру завитка, такъ и по отсутствію sinus'а, характернаго для рода Euomphalus. Въ доломитахъ же у д. Русавкиной найденъ обломокъ очень хорошей сохранности Helicoprion nov. sp., состоящій изъ 7 звеньевъ (зубовъ), сѣдлообразно сидящихъ на довольно толстомъ дугообразномъ органѣ, имѣющемъ съ нижней стороны треугольный въ сѣченіи желобъ (отличіе отъ H. Bessonofi). Обломокъ представляетъ, повидимому, (проксимальный?) конецъ органа—«зубы» и толщина весьма слабо изогнутаго дугообразнаго органа уменьшаются въ направленіи уменьшенія сѣченія нижняго канала.

Дислокаціонныя явленія въ каменноугольныхъ отложеніяхъ Московской губ. Въ каменоломняхъ, находящихся въ $^1/_4$ версты отъ ст. Пески Моск.-Каз. ж. д. обнаружено слѣдующее: нижніе 4—5 мтр. вертикальныхъ стѣнъ каменоломни состоятъ изъ отчетливо слоистыхъ мягкихъ бѣлыхъ мелкозернистыхъ известняковъ безъ ископаемыхъ, падающихъ подъ угломъ 22—24° на W (вообще); на горизонтально (почти) размытыхъ головахъ этихъ пластовъ лежатъ ясно горизонтально слоистые зеленоватые мергелистые известняки съ Sp. incrassatus, Productus semireticulatus, Archeocidaris Rossia и др. ископаемыми московскаго яруса. Мощность горизонтальныхъ известняковъ 2—3 метра. Двѣ стѣны каменоломни представляютъ разрѣзы почти по паденію, одна же—почти по простиранію. Въ нѣсколькихъ каменоломняхъ въ окрестностяхъ ст. Пески (къ востоку) по р. Смысловкѣ, и также въ обширныхъ каменоломняхъ въ 1—1,5 версты къ востоку отъ станціи видны только горизонтально слоистые глинистые известняки и, хотя мощность обнаженія въ нѣкоторыхъ пунктахъ превосходитъ

7—8 метровъ, ни дислоцированныхъ слоевъ, ни породы, напоминающей дислоцированные пласты описанной каменоломни не замѣчено; двѣ каменоломни этого района, однако, остались неосмотрѣнными. Слабый (3—4°) наклонъ пластовъ обнаруженъ въ обнаженіи доломитовыхъ известняковъ у д. Амерево, по р. Клязьмѣ, а также слабый изгибъ пластовъ въ доломитахъ у д. Русавкиной [1]). Наклонъ пластовъ у д. Амеревой постулируется также обнаженіемъ бѣлыхъ известняковъ, подстилающихъ доломитовую толщу этой мѣстности у д. Набережной, такъ какъ верхняя поверхность бѣлыхъ известняковъ, обнажающихся въ верховьяхъ оврага у д. Набережной, впадающаго въ р. Клязьму, лежитъ орографически значительно выше, чѣмъ прикрывающіе ихъ доломитовые известняки, уходящіе подъ уровень р. Клязьмы. Въ доломитахъ Амирева и Турабьева найдены кромѣ Sp. Strangwagsi, Productus semireticulatus, Euomphalus marginatus, также и Chonetes uralica, что подтверждаетъ высказанное С. Никитинымъ предположеніе о принадлежности доломитовой свиты Набережной—Амерево къ Гжельскому ярусу.

Юрскія отложенія. Въ обнаженіи на р. Москвѣ у Студенаго оврага обнаруженъ и сфотографированъ ясно выраженный антиклиналеобразный изгибъ въ пластахъ фосфоритоноснаго песка портландскаго яруса. Несмотря на незначительность этого изгиба—около 2 метр. въ высоту при 8—10 метр. въ длину, при явной измятости секванскихъ глинъ, подстилающихъ изогнутый фосфоритоносный слой, и отчетливости обнаженія, исключающаго всякую возможность оползневыхъ явленій, я склоненъ видѣть здѣсь проявленіе дислокаціонныхъ силъ.

Ледниковыя образованія. Въ обрывѣ у д. Щукино на р. Москвѣ видно снизу: 1) секванская черная глина 1—1,5 мтр., 2) портландскій фосфоритоносный глауконитовый песокъ 0,8 мтр., 3) черная портландская глина 2—2,5 мтр., 4) бурая грубо-песчанистая неслоистая глина съ валунами (нижняя морена) 1—1,5 мтр., 5) слоистые пески съ прослойками въ верхней части мелкозернистыхъ лессовидныхъ суглинковъ 12—15 мтр., 6) бурый, сильно глинистый песокъ, переполненный крупными валунами, рѣзко отграниченный отъ нижележащей толщи 1,5—2 мтр., 7) бурая, грубо-песчанистая неслоистая

---

[1]) Обнаженія у ст. Пески съ дислоцированными пластами у д. Амерева и Русавкина были демонстрированы нѣсколькими фотографіями.

глина, переполненная различными валунами, нерѣдко съ прекрасно выраженной полировкой и шрамами (верхняя морена) 1—1,5 мтр., 8) почва и делювіальные пески около 2 мтр.

Полотно Виндавской ж. д. въ 1 верстѣ отъ ст. Покровское-Стрѣшнево прорѣзало толщу моренной глины мощн. около 6—8 мтр., которую нужно считать верхней мореной, такъ какъ подъ ней лежитъ мощная толща слоистыхъ песковъ, особенно хорошо видимыхъ у самой станціи и сейчасъ дальше нея у переѣзда, которую нужно приравнять толщѣ слоистыхъ песковъ у д. Щукино. Наличность двухъ моренъ—нижней черной, съ обломками юрскихъ ископаемыхъ и верхней красно-бурой, наблюдается во многихъ горизонтахъ въ районѣ между д. Заболотье и дачнымъ поселкомъ Ліанозово по Савел. ж. д. На кирпичномъ заводѣ Бельг. Анонимн. О-ва близь д. Заболотье при углубленіи копаннаго колодца, доставлявшаго мало воды изъ песчаной прослойки, лежащаго подъ мощной толщей бурой валунной глины, была встрѣчена буро-черная глина съ кремнями и кристаллическими валунами и обломками белемнитовъ мощн. около 4 мтр., подъ которой начались мощные темно-сѣрые мелкозернистые глинистые пески, пройденные на глубину около 5 мтр. Та же черная глина съ валунами обнаружена на глубинѣ 6 саж. въ колодцѣ платформы Ліанозовка, тогда какъ верхніе слои колодца состоятъ изъ красно-бурой валунной глины; то же самое въ нѣсколькихъ колодцахъ на дачномъ поселкѣ Ліанозовка.

Естественное обнаженіе нижней черной морены, прикрытой оплывами красно-бурой, верхней, морены, видно непосредственно ниже плотины, въ правомъ берегу въ д. Алтуфьево.

Замѣчанія къ докладу А. А. Чернова «О геологическихъ условіяхъ залеганія Печорской нефти».

А. П. Иванова.

По указаніямъ Ѳ. Н. Чернышова породы восточнаго (поднятаго) крыла сброса у Большого порога на р. Ухтѣ относятся къ поддоманикову горизонту верхняго девона; съ этими породами соприкасаются, по Чернышову, въ западномъ крылѣ породы типичнаго, напитаннаго нефтью доманика. По изслѣдованіямъ же А. П. Иванова въ

1901 г. породы какъ восточнаго, такъ и западнаго крыла этого сброса относятся къ одному и тому же доманиковому горизонту, съ тою только разницей, что идентичные по фаунѣ и петрографическому составу тонкослоистые мергели гоніатитоваго (доманиковаго) горизонта въ западномъ крылѣ сполна напитаны нефтью и обратились въ горючій нефтяной сланецъ, извѣстный подъ названіемъ «доманика», тогда какъ тѣ же породы восточнаго крыла вовсе не содержатъ признаковъ нефти и представляютъ собой начальную материнскую породу доманика. Въ этихъ свѣтло-сѣрыхъ тонкослоистыхъ нѣжныхъ мергеляхъ восточнаго крыла А. П. Ивановымъ найдены ископаемыя: Goniatites sp. sp., совершенно сплюснутыя, неопредѣленныя формы, Bactrites subflexuosus Reys., Cardiola retrostriata Buch., Tentaculites sp. Составъ, сохранность и взаимныя количественныя отношенія организмовъ этой фауны настолько идентичны таковымъ же типичнаго (нефтяного) доманика, что не можетъ быть никакихъ сомнѣній въ томъ, что эти мергеля восточнаго крыла суть породы гоніатитоваго горизонта. Кромѣ восточнаго крыла большого сброса материнская порода доманика обнаружена А. Н. Ивановымъ еще по р. Ухтѣ въ $1^1/_2$—2 вер. выше устья р. Гердъ-Толь; здѣсь тонкослоистые мергели и известняки съ фауной гоніатитоваго. горизонта являются то явно пропитанными нефтью—въ наиболѣе проницаемыхъ прослойкахъ, то едва пахнутъ нефтью при нагрѣваніи, то вовсе не содержатъ нефти. Кромѣ сбросовыхъ дислокацій, установленныхъ Ѳ. Н. Чернышевымъ, обусловившихъ мѣстное пропитываніе нефтью гоніатитоваго и другихъ горизонтовъ девона, въ руслѣ р. Ухты ниже устья Чуту А. П. Ивановымъ обнаруженъ рядъ (3—4) параллельныхъ трещинъ, заполненныхъ дейками кальцита мощностью до 10 снт., происшедшихъ несомнѣнно *послѣ* образованія *нефтеносности* доманика, такъ какъ въ кальцитовой массѣ этихъ дейкъ включены куски твердаго нефтеноснаго доманика.

1907 года, декабря 20 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. вице-президента А. П. Сабанѣева, гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, А. І. Бачинскаго, В. С. Гулевича, В. А. Дейнеги, А. Б. Миссуны, М. В. Павловой, А. П. Павлова, Я. В. Самойлова, В. А. Тихомирова, Н. Е. Цабеля и Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 15 ноября 1907 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ почетныхъ членовъ Общества: Его Величества Короля Швеціи *Оскара II* и лорда *Кельвина* въ Глазговѣ, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ и доложилъ, что имъ, отъ имени Общества, было выражено глубокое соболѣзнованіе по поводу этихъ утратъ г. Шведскому Консулу въ Москвѣ и Глазговскому университету.

3. *А. П. Сабанѣевъ* благодаритъ Общество за избраніе его Почетнымъ членомъ.

4. *В. А. Тихомировъ* сдѣлалъ сообщеніе. «Гликогенъ нѣкоторыхъ сумчатыхъ грибовъ (Ascomycetes) въ смыслѣ микроскопическаго значенія реакціи фенильгидразина на углеводы вообще». Краткое изложеніе сообщенія г. *Тихомирова* при семъ особо прилагается.

5. *А. Д. Архангельскій* сдѣлалъ сообщеніе: «О верхнемѣловыхъ слояхъ южнаго Поволжья».

6. *М. А. Мензбиръ* письмомъ на имя президента *Н. А. Умова* благодаритъ Общество за избраніе его почетнымъ членомъ.

7. *А. Д. Архангельскій* благодаритъ Общество за избраніе его дѣйствительнымъ членомъ.

8. *А. А. Борисякъ* письмомъ на имя г. секретаря *В. Д. Соколова* благодаритъ Общество за избраніе его дѣйствительнымъ членомъ.

9. *В. А. Тихомировъ*, доложивъ, что, согласно порученію Общества, онъ въ качествѣ представителя его, присутствовалъ 21 ноября сего года, на торжественномъ актѣ Московскаго Генеральнаго Императора Петра I Военнаго Госпиталя, по случаю исполнившагося двухстолѣтія его существованія, представилъ текстъ привѣтствія, прочитаннаго имъ отъ имени Общества на означенномъ торжествѣ.

10. Московскій Генеральный Императора Петра I Военный Госпиталь циркулярнымъ отношеніемъ отъ 4 декабря сего года, за № 6200, благодаритъ Общество за привѣтствіе по случаю исполнившагося двухстолѣтія его существованія.

11. Канцелярія г. попечителя Московскаго Учебнаго Округа, при отношеніи отъ 8 сего декабря, за № 32321, препровождаетъ талонъ къ ассигновкѣ за № 530, на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства суммы, причитающейся на содержаніе Общества въ декабрѣ мѣсяцѣ сего года.

12. Physikalischer Verein zu Frankfurt a. M. приглашаетъ принять участіе въ предстоящемъ 11 января 1908 года торжественномъ открытіи его новаго института. Постановлено: послать названному Обществу письменное привѣтствіе.

13. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ*, отъ имени Совѣта, представилъ проектъ правилъ по составленію, храненію, пользованію и расходованію

запаснаго капитала Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы. Постановлено: «Правила» эти утвердить и приложить къ протоколу настоящаго засѣданія.

14. Г. Секретарь *В. Д. Соколовъ*, заявивъ, что 1 декабря сего года истекъ срокъ на представленіе сочиненій по восьмому конкурсу на соисканіе учрежденной Обществомъ преміи имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* и что къ этому сроку не было представлено ни одного сочиненія, напомнилъ, что, согласно порядку разсмотрѣнія относящихся къ означенному конкурсу вопросовъ, необходимо выбрать изъ членовъ-ботаниковъ Общества особую комиссію. Постановлено: пригласить къ участію въ этой комиссіи всѣхъ живущихъ въ Москвѣ членовъ-ботаниковъ Общества.

15. Правленіе Общества изслѣдователей Приднѣстровья въ географическомъ и историко-археологическомъ отношеніяхъ письмомъ отъ 16 ноября сего года, за № 19, проситъ о безплатной высылкѣ изданій Общества. Постановлено: выслать названному Обществу «Протоколы» засѣданій и «Годичные отчеты» о дѣятельности Общества.

16. Bureau international des poids et mesures, Sèvres и Bibliotheek der Universiteit van Amsterdam предлагаютъ вступить съ ними въ обмѣнъ изданіями. Постановлено: принять предложеніе названныхъ учрежденій.

17. Уральское Общество любителей естествознанія въ Екатеринбургѣ, l'Académie Royale des Sciences de Belgique, The Academy of Natural Sciences of Philadelphia и Australian Museum, Sydney, просятъ о пополненіи недостающихъ въ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбы всѣхъ этихъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

18. Завѣдующій Зоологическимъ Музеемъ Императорскаго Московскаго Университета, проф. *Г. А. Кожевниковъ*, письмомъ отъ 3 сего декабря благодаритъ за доставленіе въ библіотеку Музея изданій Общества.

19. Комиссія по международному обмѣну изданій, при отношеніяхъ отъ 24 октября и 8 декабря сего года, за №№ 696 и 844, препровождаетъ 39 пакетовъ, доставленныхъ по адресу Общества Американскою, Бельгійскою, Нидерландскою и Французскою комиссіями, а также Stadsbibliotek въ Гётеборгѣ, Обществомъ «Antonio Alzate», Итальянскимъ Правительствомъ и Академіей Наукъ въ Амстердамѣ.

20. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 15 лицъ и учрежденій.

21. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 13.

22. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 311 томовъ.

23. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества на 20 декабря 1907 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 5033 р. 87 к., въ расходѣ 4247 р. 06 к. и въ наличности 786 р. 81 к.; 2) по кассовой книгѣ неприкосновеннаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ— 1400 р. и въ наличности 68 р. 05 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала

на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ 3000 р. и въ наличности 291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 3700 р. и въ наличности 540 р. 12 к. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ *А. А. Борисяка* и *Н. Ф. Слудскаго*. Членскіе взносы по 4 р. поступили за 1907 годъ отъ *А. Д. Архангельскаго*, *В. И. Вернадскаго* и *Н. Ф. Слудскаго* и за 1908 годъ отъ *А. А. Борисяка*, *Ю. А. Листова* и *В. Н. Родзянко*.

24. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ*, согласно постановленію Совѣта и въ исполненіе § 46 Устава Общества, представилъ на утвержденіе смѣту прихода и расхода суммъ Общества на 1908 годъ, въ коей предположено:

На приходѣ:

1. Сумма, отпускаемая Правительствомъ на содержаніе Общества	4857 р.	— к.
2. Членскіе взносы и плата за дипломы	300 »	— »
3. Сумма отъ продажи изданій Общества	200 »	— »
4. % съ запаснаго капитала Общества	59 »	85 »
Всего	5416 р.	85 к.

Въ расходѣ:

1. Печатаніе изданій Общества	3520 р.	— к.
2. Жалованье письмоводителю канцеляріи Общества	400 »	— »
3. Жалованье письмоводителю библіотеки Общества	400 »	— »
4. Жалованье служителю Общества	270 »	— »
5. Наградныя деньги къ праздникамъ	120 »	— »
6. Почтовые расходы	240 »	— »
7. Канцелярскіе расходы	180 »	— »
8. Расходы по библіотекѣ Общества	100 »	— »
9. Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы, экскурсіи и проч.	186 »	85 »
Всего	5416 р.	85 к.

Постановлено: означенную смѣту утвердить къ исполненію.

25. Членами ревизіонной Комиссіи избраны: *В. С. Гулевичъ* и *Я. В. Самойловъ*.

26. На должность вице-президента избранъ *А. П. Сабанѣевъ*, получившій 7 избирательныхъ и 3 неизбирательныхъ голоса.

27. На должность редактора изданій Общества единогласно избранъ *А. И. Кронеберъ*.

28. Въ дѣйствительные члены избранъ *Генрихъ Іосифовичъ Касперовичъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И Вернадскаго, В. В. Карандѣева и Я. В. Самойлова).

29. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложенъ *Моисей Авраамовичъ Ракузинъ* въ Москвѣ (по предложенію В. Д. Соколова и Н. А. Умова).

ПРИЛОЖЕНІЯ.

Правила по составленію, храненію, пользованію и расходованію запасного капитала Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы.

§ 1. Запасный капиталъ Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы составляется изъ единовременныхъ взносовъ его дѣйствительныхъ членовъ.

Примѣчаніе. Составляемый съ 1892 года неприкосновенный капиталъ Общества полностью перечисляется въ запасный.

§ 2. Запасный капиталъ Общества хранится въ тѣхъ же процентныхъ бумагахъ и тѣмъ же порядкомъ, какъ и другіе его капиталы.

§ 3. Проценты съ запаснаго капитала Общества зачисляются въ его оборотныя средства.

§ 4. Въ исключительныхъ случаяхъ, для усиленія оборотныхъ средствъ Общества, допускается заимствованіе изъ его запасного капитала, срокомъ не болѣе, какъ на одинъ годъ.

§ 5. Погашеніе заимствованной суммы производится путемъ надлежащаго отчисленія изъ штатныхъ средствъ, ежегодно отпускаемыхъ правительствомъ на содержаніе Общества.

§ 6. Всѣ распорядительныя дѣйствія по §§ 2, 4 и 5 производятся Совѣтомъ, который доводитъ о нихъ до свѣдѣнія Общества.

§ 7. Въ случаяхъ особой важности, по предложенію Совѣта, запасный капиталъ можетъ быть расходуемъ частями или весь, для чего требуется соотвѣтствующее постановленіе Общества, принятое, по предварительномъ извѣщеніи повѣстками, большинствомъ $^2/_3$ его членовъ, присутствующихъ на томъ засѣданіи, на которомъ Общество постановляетъ свое рѣшеніе по поводу такого предложенія Совѣта.

Гликогенъ нѣкоторыхъ сумчатыхъ грибовъ въ смыслѣ микрохимическаго значенія реакціи фенильгидрозина на углеводы вообще.

Проф. *В. А. Тихомирова.*

Гликогенъ грибовъ имѣетъ, несомнѣнно, большой интересъ въ смыслѣ важнаго значенія его въ обмѣнѣ веществъ вообще, не только въ животномъ, но и въ растительномъ организмѣ. Открытіе въ 1856 году знаменитаго физіолога *Claude Bernard* въ печени и мышцахъ гликогена представляетъ собою эру въ наукѣ, указавшую на біологическую важность взаимнаго отношенія *гликогена* и *декстрозы*, являющую собою и по настоящій день животрепещущій интересъ.

На первыхъ порахъ, около 20 лѣтъ тому назадъ, гликогенъ считался *исключительно* принадлежностью животныхъ, сначала *млекопитающихъ*, затѣмъ *червей:* плоскихъ *(Taenia)* и круглыхъ *(Ascarida)*, и *мягкотѣлыхъ (Mollusca acephala)*; только лишь гораздо позже была доказана наличность гликогена и у низшихъ представителей царства растительнаго: *грибовъ*, *миксомицетовъ* и *бактерій*.

Какъ у животныхъ, такъ и у растеній гликогенъ обладаетъ одинаковыми физическими и химическими свойствами: это бѣлый аморфный порошокъ безъ вкуса и запаха, растворимый въ водѣ, въ которой даетъ опалесцирующую жидкость; онъ отклоняетъ *вправо* плоскость поляризаціи. Изъ водныхъ растворовъ осаждается виннымъ спиртомъ и эѳиромъ. Формула гликогена $(C_6H_{10}O_5)n$. При непродолжительномъ кипяченіи въ *Liquor Fehlingi* *гликогенъ не возстановляетъ окись мѣди* въ красную *закись* (Cu_2O) ея. Нѣкоторыя *энзимы превращаютъ гликогенъ* въ *декстрозу* и *мальтозу* (изомальтозу), смотря по свойствамъ самой энзимы. *Минеральныя* разведенныя *кислоты* превращаютъ *гликогенъ* въ *сахаръ виноградный* (Dextrosa). То же явленіе наблюдается и при достаточно продолжительномъ кипяченіи гликогена въ водѣ.

Слабые (1—2%) растворы *ѣдкаго кали* измѣняютъ болѣе или менѣе гликогенъ, *концентрированные* (36%) же на него *не вліяютъ*, какъ показалъ *Pflüger*. *Іодъ* (водный растворъ въ $J + KJ$) окрашиваетъ гликогенъ въ *красновато-бурый* или *винно-красный*, иногда даже съ фіолетовымъ оттѣнкомъ цвѣтъ. Прибавленіе нѣсколькихъ

крупинокъ *хлористаго* натрія усиливаетъ реакцію *(Hammarsten)*. При кипяченіи растворъ *обезцвѣчивается*, снова принимая, по охлажденіи, цвѣтъ первоначальный: это главная микрохимическая реакція на гликогенъ вообще.

Первое наблюденіе *присутствія гликогена* въ молодыхъ мѣшечкахъ (Asci) *сумчатыхъ грибовъ* было сдѣлано въ 1863 году *De Bary*. Въ своей классической работѣ *Ueber die Fruchtentwickelung der Ascomyceten* знаменитый микологъ обратилъ вниманіе: 1) на особенно *сильную лучепреломляемость* и 2) отличительныя отношенія *іода* къ протоплазмѣ молодыхъ мѣшечковъ до и во время развитія въ нихъ споръ. Протоплазма центральной части мѣшечка давала обычное темно-желтое окрашиваніе, тогда какъ сильно преломляющая свѣтъ периферическая часть протоплазмы обнаруживала особый *винно-красный* цвѣтъ; эту часть ея *De Bary* назвалъ *эпиплазмою* и только позже *Errera* призналъ въ этой эпиплазмѣ — *гликогенъ* (*L. Errera: L'Epiplasme des Ascomycètes*; Bruxelles, 1882); фактъ этотъ онъ подтвердилъ затѣмъ и своими дальнѣйшими изслѣдованіями *дрождевого грибка* (Saccharomyces cerevisiae) и нѣкоторыхъ *Phycomycetes* (Pilobolus, Phycomices). Грибной гликогенъ былъ полученъ имъ изъ *Phycomyces* макрохимически. Послѣдній былъ открытъ и у различныхъ *Basidiomycetes*. Позднѣе новые другіе способы успѣшнаго полученія гликогена у грибовъ были указаны *C. Clautriau* (*Etudes chimiques du glycogène chez les champignons*; Bruxelles, 1895).

Изслѣдованія *Errera*, *Clautriau* и другихъ авторовъ доказали, несомнѣнно, что *гликогенъ* является запаснымъ пластическимъ матеріаломъ при развитіи споръ, когда онъ переходитъ въ *сахаръ* и частью въ *жирное масло*, появленіе котораго каплями наблюдается у споръ зрѣлыхъ. Весьма поучительно взаимное соотношеніе *гликогена* и *микозы* (Mycosa = Trehalosa) въ различные періоды жизни у *Phallus impudicus*, L. по *Clautriau* (*Les réserves hydrocarbonées des Thallophytes*).

Какъ извѣстно, этотъ *гастромицетъ* развивается подъ землею, достигая медленно величины гусинаго яйца. Затѣмъ онъ выдвигаетъ наружу сдерживаемый подъ высокимъ давленіемъ внутренній стержень, послѣ чего *перидій* лопается, и освободившійся стержень, оканчивающійся головкою въ видѣ колокола, быстро (въ немного часовъ) высоко выдвигается надъ уровнемъ почвы, при чемъ изъ головки каплями вытекаетъ содержащая споры слизь. *Clautriau* вос-

пользовался этими двумя различными фазами жизни гриба для изученія *продуктовъ распаденія гликогена* на *грибной сахаръ (Trehalosa & Mycosa)* и *маннитъ:* при нелопнувшемъ еще перидіи, *до выдвиженія*, слѣдовательно, *стержня*, было найдено: *гликогена* — 20%, *микозы*—болѣе 20%, *маннита*—менѣе 2%. *По выдвиженіи стержня: гликогена*—1½%, *микозы*—болѣе 30%, *маннита*—болѣе 5%.

Трудно встрѣтить болѣе наглядный примѣръ *значенія гликогена въ качествѣ пластическаго матеріала*, какъ въ данномъ случаѣ!

Перехожу къ собственнымъ наблюденіямъ. Результаты ихъ изображены на прилагаемой таблицѣ. Двѣ первыя фигуры ея принадлежатъ *водорослямъ*: I изображаетъ нить окруженной плотною оболочкой (Zoogloea) колоніи *Nostoc Pruniforma* Ag. изъ пруда *с. Корыстина, Ельнинскаго уѣзда, Смоленской губ.*, II принадлежитъ свободно перепутаннымъ (Pseudoparenchyma) нитямъ слоевища двуполаго *Fucus platycarpus Thuret*. Обѣ водоросли были изслѣдованы *въ живомъ* состояніи. У обѣихъ съ помощью *фенилгидразина* получены подъ микроскопомъ характерные желтые сфериты *фенилгидрозазона*.

Возможностью изслѣдовать въ Москвѣ живой *Fucus platycarpus* изъ *Arcachon* и *Biarrits* обязанъ я глубокоуважаемой *Екатеринѣ Ивановнѣ Карнѣевой*, повторно дающей мнѣ возможность изучать въ Москвѣ живыя морскія водоросли береговъ Атлантическаго океана отъ Бретани до Бискайской бухты включительно. Считаю своимъ нравственнымъ долгомъ и пріятнѣйшею обязанностью выразить *Е. И. Карнѣевой* передъ Обществомъ Испытателей Природы за ея постоянное содѣйствіе свою глубокую признательность.

Перехожу теперь къ *грибамъ сумчатымъ* (Ascomycetes), которые, сколько мнѣ извѣстно, на гликогенъ и отношеніе его къ микозѣ изслѣдованы еще не были; таковы нѣкоторые *трюфелевые* (Tuberaceae) изъ родовъ: *Terfezia*, *Choiromyces*, *Hydnotria* и *Tuber*.

Прежде всего слѣдуютъ молодые asci у впервые описанной мною въ 1896 г. *Terfezia Transcaucasica W. A. Tichomirow = T. Hafizi Chatin Багдада* и *Дамаска*. Видъ этотъ, какъ самостоятельная форма, былъ мною принятъ условно, пока не установится сходство или различіе его съ *T. Hafizi*. Въ 1904 году одинъ изъ первыхъ современныхъ микологовъ, профессоръ *Oresto Mattirolo* изъ *Турина*, изучая флору *Португаліи*, нашелъ тамъ эту терфецію; онъ призналъ ее тождественною съ моею *Terfezia Transcaucasica Баку, Елизаветполя* и *Тифлиса* и сообщилъ объ этомъ *академіи наукъ*

Турина. Я нашелъ у своей терфеціи *гликогенъ* какъ въ самомъ существѣ гриба (Stroma, hymenium), такъ и въ молодыхъ asci до и во время развитія въ нихъ споръ, какъ видимъ на таблицѣ этой. При изслѣдованіи посредствомъ *фенильгидразина* медленно появились сферитъ, кристаллы и пучки иголочекъ *фенильгидрозазона:* реакція на *микозу*.

Богатую реакцію на *фенильгидрозазонъ* имѣлъ я у *Terfezia Leonis Tulasne*, полученной отъ профессора *Mattirolo* изъ *Сардиніи:* пластинки, иглы и пучки ихъ темно-желтаго цвѣта должны быть отнесены къ реакціи на *микозу* путемъ образованія ея изъ гликогена или, вѣроятнѣе, изъ свободнаго уже сахара; во всякомъ случаѣ строма гриба обнаруживала съ іодомъ сильную реакцію на гликогенъ; если при этомъ микоза являлась и продуктомъ расщепленія гликогена, то это должно быть отнесено на счетъ той энзимы, которой *Bourquelot* даетъ названіе *Trehalasa*.

Благодаря *Mattirolo*, я могъ также изслѣдовать и *Terfezia Boudieri Chatin* изъ *Алжира* (*T. Boudieri* и *T. Leonis* въ сухомъ состояніи). У этого вида обнаружено также присутствіе гликогена и сахара. Послѣдній при кипяченіи, уже очень непродолжительномъ, съ *Liquor Fehlingi* далъ обильное выпаденіе *закиси мѣди*, вѣроятно вслѣдствіе предшествовавшаго уже распаденія *микозы* на *декстрозу* и *левулезу*.

Такъ называемый *Троицкій ложный трюфель* изъ окрестностей *Троицкаго посада*, *Choiromyces Meandriformis Vittadini*, который я изслѣдовалъ какъ живой, такъ и сохранявшійся въ винномъ спиртѣ, обнаружилъ въ стромѣ и мѣшечкахъ споровыхъ съ іодомъ реакцію на *гликогенъ*, а фенильгидразинъ далъ сферитъ *фенильгидрозазона микозы*.

Hydnotria carnea Zobel была найдена мною въ паркѣ села *Кудинова* гг. *Карнѣевыхъ*, верстахъ въ 40 отъ Москвы (*Богородскій* уѣздъ, *Московской* губерніи).

Благодаря любезности проф. *Mattirolo*, я располагаю также и сухою коллекціей собранныхъ имъ въ различныхъ мѣстностяхъ *Италіи* настоящихъ *трюфелей* съ его подлинными авторитетными діагнозами; такимъ образомъ, могъ я изслѣдовать на гликогенъ слѣдующіе виды рода *Tuber:* 1) *T. melanosporum* (по *Vittadini* всѣ), 2) *T. brumale*, 3) *T. rufum*, 4) *T. Borchii*, 5) *T. excavatum*, 6) *T. maculatum*, 7) *T. aestivum* и 8) *T. magnatum*. Всѣ они давали въ

большемъ или меньшемъ количествѣ *микозу* въ видѣ сферитовъ, группы кристалликовъ, а также иглъ *фенилгидрозазона* темно-желтаго цвѣта.

Гликогенъ у нихъ найденъ мною, какъ видимъ на таблицѣ, только у *Tuber maculatum Vittadini*, такъ какъ здѣсь попадались и *молодые asci*, у остальныхъ же, мѣшечки которыхъ заключали споры уже зрѣлыя, конечно, нечего было и разсчитывать на гликогенъ.

Поучителенъ, какъ видимъ это на таблицѣ, случай *Tuber melanospermum Vitt.*, гдѣ ascus и ножка, его несущая, содержатъ внутри желтые сферитъ *фенилгидрозазона (микоза)*.

ГОДИЧНЫЙ ОТЧЕТЪ

Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы

за 1906—1907 годъ.

Сто второй годъ существованія Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы прошелъ безъ нарушенія обычнаго теченія его жизни. Всѣ очередныя засѣданія состоялись.

По примѣру предшествовавшихъ лѣтъ, Общество продолжало поддерживать свои сношенія какъ съ отдѣльными лицами, трудящимися на поприщѣ естествознанія, такъ и съ учеными учрежденіями и Обществами всѣхъ европейскихъ и многихъ внѣевропейскихъ странъ, производя со всѣми ими дѣятельный обмѣнъ изданіями.

Посылкою привѣтственныхъ адресовъ, писемъ и телеграммъ Общество приняло участіе въ празднованіяхъ: 15 декабря 1906 года—двадцатипятилѣтія безсмѣннаго предсѣдательства въ Этнографическомъ Отдѣлѣ Императорскаго Общества Любителей Естествознанія, Антропологіи и Этнографіи, профессора *В. Ѳ. Миллера*, 2 января 1907 года — восьмидесятой годовщины рожденія почетнаго члена Общества *П. П. Семенова-Тянъ-Шанскаго*, 19 февраля 1907 года — семидесятипятилѣтія существованія Одесской Городской Публичной Библіотеки, $^{10}/_{23}$ мая 1907 года—двухсотлѣтія со дня рожденія *К. Линнея*, 30 мая 1907 года — трехсотлѣтія со дня кончины *U. Aldrovandi*, 23 ноября 1906 года, черезъ особую депутацію въ составѣ: г. президента, *Н. А. Умова*, г. секретаря, *Э. Е. Лейста*, и г. члена

Совѣта, *А. П. Павлова*, Общество приняло участіе въ торжественномъ засѣданіи Медицинскаго Факультета Императорскаго Московскаго Университета, посвященномъ чествованію памяти покойнаго почетнаго члена Университета *Н. И. Пирогова*.

30 января 1907 года, черезъ своего представителя, дѣйствительнаго члена Общества, *В. П. Зыкова*, Общество приняло участіе въ торжественномъ засѣданіи Императорскаго Русскаго Общества Акклиматизаціи животныхъ и растеній, по случаю исполнившагося пятидесятилѣтія его существованія, при чемъ *В. П. Зыковъ* отъ имени Общества прочелъ привѣтственный адресъ. Черезъ своего представителя, г. члена Совѣта, *А. П. Павлова*, Общество приняло участіе въ празднованіи столѣтія существованія Geological Society of London, состоявшемся 26—28 сентября 1907 года, при чемъ *А. П. Павловымъ* былъ представленъ привѣтственный адресъ Общества.

Въ отчетномъ году Обществомъ подъ редакціей профессора *М. А. Мензбира* и *А. И. Кронеберга* были изданы: «Bulletin» №№ 3 и 4 за 1906 годъ, №№ 1—3 за 1907 годъ, «Nouveaux Mémoires» T. XVII, в. 1 и «Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи», Отдѣлъ зоологическій, вып. VII и VIII, и Отдѣлъ ботаническій, вып. VI.

Въ означенныхъ изданіяхъ, снабженныхъ многочисленными рисунками и чертежами, были помѣщены слѣдующія статьи:

По геофизикѣ.

E. Leyst.—Schätzungen der Bewölkungsgrade.

E. Leyst.—Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1906.

По ботаникѣ.

А. А. Ячевскій.— Микологическая флора Европейской и Азіатской Россіи. Томъ второй. Слизевики.

По зоологіи.

Н. Н. Аделунгъ. — Прямокрылыя насѣкомыя, собранныя П. П. Сушкинымъ въ Тургайской области лѣтомъ 1898 г.

Ф. Гельцерманъ. — Каталогъ чешуекрылыхъ окрестностей города Перми.

Б. П. Корьевъ и *Н. А. Зарудный.*—Орнитологическая фауна Семирѣченскаго края.

В. Левчукъ.—Замѣтки изъ поѣздки на о. Челекенъ въ 1902 г.

Л. А. Молчановъ. — Списокъ птицъ Естественно-Историческаго Музея Таврическаго Губернскаго Земства.

П. П. Сушкинъ.—Птицы Киргизской степи.

A. Sewertzoff.—Studien über die Entwickelung der Muskeln, Nerven und des Skeletts der Extremitäten der niederen Tetrapoda.

А. А. Яхонтовъ.—Матеріалы по фаунѣ Lepidoptera-Rhopalocera Владимірской и Нижегородской губерніи.

По геологіи.

A. P. Pavlow.—Enchaînement des Aucelles et Aucellines du crétacé russe.

А. А. Черновъ.-- Артинскій ярусъ. I. Аммонеи бассейновъ Яйвы, Косьвы и Чусовой.

Кромѣ того, въ приложеніяхъ къ вышедшимъ въ отчетномъ году протоколамъ Общества, за 1906 годъ, было напечатано:

В. А. Тихомировъ.—Дальнѣйшія данныя по анатоміи и біологіи плода и сѣмени нѣкоторыхъ видовъ рода Diospyros.

Въ отчетномъ году Общество имѣло восемь очередныхъ засѣданій.

Въ очередныхъ засѣданіяхъ Общества были сдѣланы слѣдующія сообщенія:

Н. Д. Зелинскій.—Памяти Д. И. Менделѣева.

И. А. Каблуковъ.—Научная дѣятельность Berthelot.

По физикѣ.

А. I. Бачинскій.—Рыбья перспектива.

П. В. Преображенскій.—Теорія критическихъ освѣщеній.

П. В. Преображенскій.— Новое приложеніе соляризаціоннаго фотометра.

П. В. Преображенскій.—Новыя пластинки бр. Люмьеръ для цвѣтного фотографированія.

По геологіи.

А. Д. Архангельскій.— Объ исторіи верхнемѣловыхъ морей въ восточной Россіи.

Д. И. Иловайскій.—О мезозойскихъ отложеніяхъ Сосвинскаго края.

По ботаникѣ.

М. И. Голенкинъ.—О сохраненіи памятниковъ природы.

М. И. Голенкинъ.— Ботаническій институтъ тропиковъ.

Н. Ф. Слудскій.— Къ исторіи развитія полового поколѣнія у можжевельника.

По зоологіи.

Ю. А. Бѣлоголовый. — Къ развитію головныхъ нервовъ птицъ.

В. И. Граціановъ.— Къ познанію миногъ Россійской Имперіи.

По почвовѣдѣнію.

А. Н. Сабанинъ.—Къ вопросу о поглотительной способности нѣкоторыхъ русскихъ почвъ.

По географіи.

С. Г. Григорьевъ и *Б. С. Швецовъ.*— Отчетъ о поѣздкѣ на Канинъ полуостровъ.

По геофизикѣ.

Э. Е. Лейстъ.— О вѣнцахъ вокругъ солнца и луны въ Россіи.

Э. Е. Лейстъ.—Объ опредѣленіи степени облачности.

Э. Е. Лейстъ.—Объ электрическихъ наблюденіяхъ въ Туркестанѣ при солнечномъ затменіи въ январѣ 1907 года.

По кристаллографіи.

Ю. Н. Вульфъ.—О внѣшнемъ видѣ кристалловъ.

По химіи.

И. А. Каблуковъ.— О третьемъ международномъ конгрессѣ по нефти.

Совѣтъ Общества имѣлъ пять засѣданій, посвященныхъ хозяйственнымъ дѣламъ и предварительному обсужденію наиболѣе важныхъ текущихъ дѣлъ Общества.

Вѣрное основнымъ задачамъ своей научной дѣятельности, Общество и въ отчетномъ году оказывало посильное содѣйствіе изученію Россіи въ естественно-историческомъ отношеніи и съ этою цѣлью, по мѣрѣ возможности, помогало какъ своимъ членамъ, такъ и постороннимъ лицамъ, находящимся въ сношеніи съ нимъ, въ ихъ экскурсіяхъ и изслѣдованіяхъ во многихъ мѣстностяхъ Россійской имперіи. При содѣйствіи и участіи Общества предполагали производить:

Геологическія и минералогическія изслѣдованія.

1. *В. В. Аршиновъ*—въ Оренбургской и Уфимской губерніяхъ.
2. *В. А. Жуковъ*—въ Саратовской губерніи.
3. *В. В. Карандѣевъ*—въ Тифлисской губерніи.
4. *Ф. В. Лунгерсгаузенъ*—въ Саратовской губерніи.
5. *Б. А. Можаровскій*—въ Саратовской губерніи.
6. *А. П. Павловъ*—въ Астраханской и Саратовской губерніяхъ.
7. *В. Д. Соколовъ*—въ Ферганской области.
8. *Н. И. Сургуновъ*—въ Тифлисской и Кутаисской губерніяхъ и въ Терской области.

Ботаническія изслѣдованія.

9. *Н. И. Кузнецовъ*—во Владимірской губерніи.
10. *Л. М. Кречетовичъ*—въ Астраханской губерніи.
11. *Л. И. Курсановъ*—въ Астраханской губерніи.
12. *К. И. Мейеръ*—въ Астраханской губерніи.
13. *В. В. Миллеръ*—въ Астраханской губерніи.

14. *А. Н. Петунниковъ*—въ Московской губерніи.

15. *Н. Ф. Слудскій*—въ Астраханской губерніи.

16. *Д. П. Сырейщиковъ*--въ Московской губерніи.

17. *А. Ѳ. Флеровъ*—во Владимірской, Калужской, Московской, Нижегородской и Ярославской губерніяхъ.

18. *А. А. Хорошковъ*—въ Московской губерніи.

Зоологическія изслѣдованія.

19. *В. Н. Бостанжогло*—въ юго-восточной Россіи (Уральская область).

20. *Г. Л. Граве*—въ Смоленской губерніи.

21. *М. Н. Дивногорскій*—въ Семирѣчьѣ и Акмолинской области.

Геофизическія изслѣдованія.

22. *Э. Е. Лейстъ*—въ Курской, Орловской и Харьковской губерніяхъ.

23. *Э. Е. Лейстъ*—въ Туркестанскомъ краѣ.

Содѣйствуя научнымъ работамъ названныхъ лицъ, Общество обращалось съ просьбою о выдачѣ имъ свидѣтельствъ, открытыхъ предписаній и листовъ ко многимъ оффиціальнымъ лицамъ и учрежденіямъ, при чемъ ходатайства Общества были уважены: губернаторами—Астраханскимъ, Владимірскимъ, Калужскимъ, Курскимъ, Кутаисскимъ, Московскимъ, Орловскимъ, Оренбургскимъ, Тифлисскимъ, Харьковскимъ и Ярославскимъ, а также губернскими земскими управами—Владимірской, Нижегородской и Ярославской, за что Общество и приноситъ имъ свою глубокую благодарность.

Помимо содѣйствія вышеуказанныхъ оффиціальныхъ лицъ и учрежденій, нѣкоторые изъ экскурсантовъ Общества встрѣтили особыя предупредительность и сочувствіе со стороны частныхъ лицъ, дѣятельно содѣйствовавшихъ успѣшному выполненію предпринятыхъ ими научныхъ работъ. Общество считаетъ пріятнымъ долгомъ выразить всѣмъ такимъ лицамъ свою глубокую признательность за ихъ безкорыстное вниманіе къ его научнымъ интересамъ.

Что же касается матеріальнаго содѣйствія экскурсантамъ, то Общество, по недостаточности находящихся въ его распоряженіи средствъ на этотъ предметъ, не могло оказать таковыхъ.

Многія лица, предпринимавшія въ отчетномъ году при участіи и содѣйствіи Общества экскурсіи съ ученою цѣлью, а равно нѣкоторые изъ гг. членовъ Общества, доставили слѣдующія краткія свѣдѣнія о результатахъ своихъ изслѣдованій:

А. А. Хорошковъ въ 1906 году произвелъ флористическія изслѣдованія въ слѣдующихъ участкахъ Московсковской губерніи: 1) по береговой полосѣ рѣки Мочи между д. Троицкой и Татарскимъ-Сакинымъ и по теченію р. Пахры между д. Булатовой и Луковней въ Подольскомъ уѣздѣ; 2) по береговой полосѣ р. Оки между Старой Каширой и д. Соколовой-Пустынью, Серпуховск. уѣзда; 3) по береговой полосѣ р. Москвы между Елиной и Коневымъ-Боромъ, Коломенск. у. и 4) озера Поганое и Чистое въ Богородскомъ уѣздѣ.

Подробное сообщеніе о полученныхъ результатахъ послано для напечатанія въ Трудахъ Ботаническаго Сада Юрьевскаго Университета. Авторъ нашелъ новую форму, *Silene dichotoma Ehrh. var. parviflora*, и 4 до сего времени не указанныя для Московской губерніи:

Poa compressa L. polynoda Asch. et Graebn.

Fragaria vesca L. crenata Schur.

Thymus Serpyllum L. angustifoluis Pers.

Chrysanthemum Leucanthemum L. atratum Koch.

Кромѣ того имъ найдены новыя мѣстонахожденія для 15 видовъ.

Въ 1907 году А. А. Хорошковъ продолжалъ флористическія изслѣдованія известняковъ по рѣкамъ Мочѣ и Пахрѣ въ Подольск. уѣздѣ и прошелъ береговые участки между д. Троицкой и Чегодаевымъ и между Чириковымъ и Давыдковымъ по р. Мочѣ и прибрежную полосу между д. Луковней и Раевымъ по р. Пахрѣ. Затѣмъ просмотрѣлъ береговой участокъ р. Оки отъ Соколовой-Пустыни до Прилукъ Серпуховск. у., продолжая этимъ начатое въ 1902 г. изслѣдованіе пріокской полосы

въ западномъ направленіи отъ Старой Каширы. Кромѣ того началъ изслѣдованіе озера Лукова въ Богородск. уѣздѣ и, наконецъ, одна экскурсія была совершена въ д. Вялки, Бронниц. у., для сбора, для Herbarium Florae Rossicae, новой разновидности Vaccinium Myrtillus L., ниже приводимой.

Всѣхъ экскурсій, съ 24 апрѣля по 26 августа, было сдѣлано 22, давшихъ обильный дополнительный матеріалъ для флоры Московской губерніи.

Предварительный просмотръ собраннаго матеріала показалъ, что помимо цѣлаго ряда болѣе или менѣе рѣдкихъ видовъ, не приведенныхъ для Подольскаго и Богородскаго уѣздовъ, имъ найдены еще слѣдующіе, не указанные для Московской губерніи виды и разновидности:

Oxycoccus microcarpus Turcz. (въ Богородск. у.).

Triticum repens L. collinum Asch. et Graebn.=Agropyrum collinum Opiz. (въ Серпуховск. у.).

Dactylis glomerata L. abbreviata Drejer. (въ Подольск. у.).

Новыми, никѣмъ еще неотмѣченными формами (эфармозами) являются:

Vaccinium Myrtillus L. turfosum (изъ Бронниц. у.).

Myosotis caespitosa C. F. Schultz nana (изъ Богородск. у.).

Н. И. Кузнецовъ въ теченіе весны и лѣта 1907 года продолжалъ изученіе растительныхъ сообществъ въ Покровскомъ у., Владимірской губ., главнымъ образомъ въ восточной его части, при чемъ параллельно съ измѣненіемъ состава почвъ и подпочвъ, сравнительно съ изученной раньше западной частью, замѣчено и рѣзкое измѣненіе въ составѣ растительности лѣсовъ и отчасти полей. Господствующая въ западной части сосна, прекрасно развивающаяся на пескахъ, въ восточной части, на глубокихъ глинистыхъ почвахъ или исчезаетъ совершенно, или встрѣчается лишь изрѣдка, пятнами; господство же здѣсь принадлежитъ ели, а главнымъ образомъ лиственнымъ породамъ, при чемъ къ обычнымъ видамъ березы и осины примѣшиваются въ значительномъ количествѣ дубъ (Quercus pedunculata), клепъ (Acer platanoides) и встрѣчаются даже экземпляры ясеня

(Fraxinus excelsior)—(эти послѣдніе около с. Дубковъ). Соотвѣтственно этому и наземный растительный покровъ блещетъ богатствомъ и разнообразіемъ составляющихъ его формъ. Вообще здѣсь, послѣ изученія западной части уѣзда, мы находимъ совершенно особенный, своеобразный растительный міръ, который еще болѣе разнообразится представителями флоры, находящей себѣ пріютъ въ многочисленныхъ оврагахъ, прорѣзывающихъ эту часть уѣзда.

Тщательное изученіе растительности сырыхъ и осушенныхъ болотъ въ Селищенскомъ казенномъ лѣсничествѣ Покровскаго у. и въ лѣсахъ князя Голицына позволило опредѣлить лишь то направленіе, въ которомъ должна пойти въ дальнѣйшемъ смѣна здѣсь растительности; въ настоящее же время, черезъ 15 лѣтъ послѣ проведенія осушительныхъ каналовъ, удалось установить, какъ результатъ осушенія, фактъ значительнаго улучшенія въ ростѣ сосны, исчезновеніе болотныхъ видовъ въ полосѣ, саж. на 20 по обѣ стороны каналовъ и появленіе новыхъ, чуждыхъ болотамъ видовъ лишь у самыхъ каналовъ, главнымъ образомъ, на выброшенной изъ нихъ землѣ.

Изученныя въ южной части Покровскаго у. болота могутъ быть отнесены къ двумъ группамъ: 1) травянистыя съ зарослями Betula humilis и Salix repens и 2) сфагновыя съ рѣдкой зарослью сосны. Первыя расположены широкой полосой по долинѣ р. Ушмы, а вторыя занимаютъ обширныя пространства въ самой южной части уѣзда, на границѣ съ Рязанской губерніей.

Подробно изучены были многочисленныя озера, разбросанныя въ этой же области, какъ въ отношеніи ихъ растительности, такъ и со стороны глубины, прозрачности воды и вообще ихъ топографіи. Большинство озеръ лѣсныя, и характерными для нихъ признаками являются низкіе, плоскіе берега, поросшіе лѣсомъ, незначительная глубина (не выше 10 метр.), ровный, спокойный рельефъ дна, сильно заиленнаго и засореннаго стволами и сучьями деревьевъ и быстрое накопленіе на днѣ органическихъ остатковъ. Озеръ долиннаго типа немного—

Сеньго-озеро къ югу отъ р. Клязьмы и озеро Грибово—къ сѣверу отъ нея. Они расположены въ глубокихъ котловинахъ, имѣютъ значительную глубину (свыше 28 метровъ), донную растительность на чистомъ песчаномъ днѣ и нѣкоторыхъ своихъ представителей водной растительности. Въ озерахъ удалось подмѣтить процессъ зарастанія и образованія новыхъ береговъ, а вмѣстѣ съ этимъ въ нѣкоторыхъ изъ нихъ и размыванія ихъ въ южныхъ и юго-западныхъ частяхъ. Зарастаніе идетъ или путемъ захожденія водной растительности въ озеро и постепеннаго подъема уровня дна чрезъ накопленіе органическихъ остатковъ, или же путемъ надвиганія на озеро сфагноваго ковра. Въ томъ и другомъ случаѣ въ зарастаніи играютъ роль различныя растенія. Въ озерѣ Круглецѣ была найдена Trapa natans, растеніе вообще рѣдкое, и для Покровскаго уѣзда показываемаго впервые.

Сорная растительность посѣвовъ изучена была на разнообразныхъ почвахъ Покровскаго и Юрьевскаго у., начиная съ песчаныхъ и кончая черноземовидными. Удалось установить связь состава сорной растительности съ почвой, съ тѣмъ или другимъ хлѣбомъ, а также степень ея развитія въ зависимости отъ пріемовъ веденія хозяйства и способовъ обработки почвы.

Дѣйствительный членъ Общества А. Н. Петунниковъ продолжалъ изслѣдовать флору Московской губерніи, преимущественно въ бассейнѣ рѣки Оки и ея притоковъ. Особенное вниманіе было имъ обращено на растительность въ бассейнѣ р. Нары, которая, какъ извѣстно, входитъ въ предѣлы Московской губерніи изъ Калужской и, протекая по южной части Серпуховского уѣзда, сначала съ запада, сѣверо-запада, а затѣмъ почти прямо на югъ, впадаетъ въ Оку у Серпухова.

Поводомъ къ болѣе подробному обслѣдованію растительности въ нижней части теченія Нары послужило сообщеніе графини Е. Ѳ. Соллогубъ о найденномъ ею въ усадьбѣ села Рождествена *Orobanche purpurea*—ранѣе не указанномъ, въ Московской губерніи, и списокъ собранныхъ ею растеній въ этой

мѣстности, между которыми можно было отмѣтить много пріокскихъ, въ томъ числѣ очень рѣдкія вообще въ Московской губерніи. Таковы: *Arenaria graminifolia*, *Prunus spinosa*, *Potentilla alba*, *Cornus sanguinea*, *Eupatorium cannabinum*, *Helichrysum arenarinus*, *Senecio erucaefolius*, *Cirsium eriophorum*, *Crepis biennis*, *Crepis sibirica*, *Scutellaria hastifolia*, *Prunella grandiflora* [1]).

Это обстоятельство заслуживало тѣмъ большаго вниманія, что, какъ извѣстно, пріокскія растенія не отходятъ далеко отъ долины рѣки и, проявляя наибольшую мощь въ развитіи по береговымъ склонамъ за предѣлами поймы, быстро затѣмъ исчезаютъ. Тѣмъ интереснѣе было прослѣдить, какъ далеко распространяются пріокскія растенія по долинѣ Нары въ южномъ ея теченіи. Если Рождествено и его окрестности оказались столь богаты пріокскими формами, то естественно было ожидать еще большаго распространенія ихъ по мѣрѣ приближенія къ Окѣ, если допустить, что распространенію пріокскихъ растеній способствуетъ сама Ока.

Обслѣдованіе береговъ Нары въ южномъ ея теченіи не подтвердило этого. Начиная отъ Рай-Семеновскаго—тамъ, гдѣ Нара круто поворачиваетъ на югъ, только между Тверитинымъ и Злобинымъ можно было еще встрѣтить 3—4 пріокскихъ вида—Veronica incana, Coronilla varia, Astragalus Cicer и Sanguisorba officinalis; послѣднее—на всемъ остальномъ протяженіи, какъ растеніе здѣсь очень распространенное по всѣмъ заливнымъ лугамъ Нары. Такое явленіе вынуждаетъ признать, что этотъ оазисъ пріокскихъ растеній на Нарѣ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ Рождественымъ и Рай-Семеновскимъ, и главнымъ образомъ по известняковому берегу этой рѣки, существуетъ

---

[1]) Изъ пріокскихъ растеній тамъ оказалось еще: Dianthus polymorphus, Geranium sanguineum, Genista tinctoria, Trifolium alpestre, Astragalus Cicer, Coronilla varia, Sanguisorba officinalis, Seseli coloratum, Archangelica officinalis, Serratula tinctoria, Scorzonera humilis, Crepis praemorsa, Campanula sibirica, Veronica incana, Salvia pratensis, Nepeta nuda, Veratrum album, Koeleria cristata (v. lat.).

самостоятельно, безъ всякой связи съ Окою, и скорѣе подтверждаетъ высказываемый взглядъ на пріокскія растенія какъ на такъ наз. реликтовыя формы, уцѣлѣвшія отъ ледниковаго періода,—чѣмъ распространенное и доселѣ поддерживаемое воззрѣніе, по которому распространеніе пріокскихъ растеній приписывается главнымъ образомъ заносу ихъ Окою, текущею съ юга на сѣверъ.

Подтвержденіемъ перваго воззрѣнія можетъ служить еще другой оазисъ пріокскихъ растеній, который оказался близъ Подольска въ бассейнѣ Пахры, известняковые склоны которой давно уже обращали на себя вниманіе. Тамъ между прочимъ было найдено въ прежнее время *Cornus sanguinea* и *Potentilla alba*. Въ текущемъ же году студентъ инженернаго училища Б. М. Кульковъ нашелъ цѣлый рядъ формъ, которыя считались доселѣ свойственными только берегамъ Оки, а именно: *Arenaria graminifolia*, *Genista tinctoria*, *Salvia pratensis*, *Serratula tinctoria*, *Crepis praemorsa*, *Crepis sibirica* и *Koeleria cristata* (sen. lat.).

Д. П. Сырейщиковъ производилъ ботаническія изслѣдованія главнымъ образомъ въ окрестностяхъ Пушкина—въ мѣстности хотя и очень заселенной, но крайне мало изученной въ ботаническомъ отношеніи. Особенно подробно обслѣдованъ имъ обширный хвойный лѣсъ между Пушкинымъ, Братовщиной и Степаньковымъ, гдѣ были найдены рѣдкія у насъ: Lactuca muralis, Stellaria mosquensis, Carex tenella и свойственныя сплошнымъ борамъ Pirola uniflora и P. chlorantha.

Большое вниманіе имъ было обращено на водную флору и найдены три доселѣ еще не указанныя въ Московской губерніи формы водяныхъ лютиковъ (Batrachinus), изъ коихъ двѣ очень близки къ уже описаннымъ *B. paucistamineum* и *B. corinatum*, а третья представляетъ повидимому новую форму, доселѣ еще не описанную.

Въ тѣхъ же окрестностяхъ собранъ былъ еще довольно большой матеріалъ по крайне разнообразнымъ формамъ рода Hieracium, столь мало у насъ доселѣ изслѣдованнымъ и изученнымъ.

Заслуживаетъ еще упоминанія, что по крутому берегу Учи найдено было въ большомъ изобиліи *Symphytum asperum* и въ одномъ мѣстѣ пестролистная форма этого вида.

Въ минувшемъ году въ число членовъ избраны:

а) въ почетные члены:

А. И. Кронебергъ—въ Москвѣ.

б) въ дѣйствительные члены:

Д. Н. Артемьевъ—въ Москвѣ.
Н. Н. Боголюбовъ—въ Москвѣ.
А. А. Борисякъ—въ Петербургѣ.
Ю. В. Вульфъ—въ Москвѣ.
В. И. Граціановъ—въ Москвѣ.
Н. Ф. Слудскій—въ Москвѣ.

Въ истекшемъ году Общество утратило 9 членовъ, а именно скончались:

а) почетные члены:

M. Berthelot—въ Парижѣ.
Д. И. Менделѣевъ—въ Петербургѣ.
Freiherr K. von Fritsch—въ Галле.
В. Я. Цингеръ—въ Москвѣ.
Henri Jouan—въ Шербургѣ.

б) Дѣйствительные члены:

Н. В. Бобрецкій—въ Кіевѣ.
Н. П. Вагнеръ—въ Петербургѣ.
М. И. Коноваловъ—въ Кіевѣ.
В. Н. Львовъ—въ Москвѣ.

Такимъ образомъ, Общество нынѣ состоитъ изъ 73 почетныхъ, 502 дѣйствительныхъ членовъ и 43 членовъ-корреспондентовъ, а всего въ его составъ входитъ 618 членовъ.

Въ отчетномъ году были произведены выборы нѣкоторыхъ членовъ дирекціи общества, а именно: одного секретаря, одного

члена Совѣта, библіотекаря, четырехъ хранителей предметовъ и казначея, за истеченіемъ срока полномочій лицъ, занимавшихъ эти должности, при чемъ на слѣдующее трехлѣтіе были избраны:

а) секретаремъ—*В. Д. Соколовъ*,

б) членомъ совѣта—*Н. Д. Зелинскій*,

в) библіотекаремъ—*А. И. Кронебергъ*,

г) хранителями предметовъ—*М. И. Голенкинъ*, *В. Н. Львовъ*, *А. Б. Миссуна* и *П. П. Сушкинъ*,

д) казначеемъ—*В. А. Дейнега*.

Такимъ образомъ, дирекція Общества нынѣ состоитъ изъ слѣдующихъ лицъ:

Президентъ—заслуженный профессоръ *Н. А. Умовъ*.

Вице-президентъ—заслуженный профессоръ *А. П. Сабанѣевъ*.

Секретари—профессоръ *Э. Е. Лейстъ* и *В. Д. Соколовъ*.

Члены совѣта—профессоръ *Н. Д. Зелинскій* и профессоръ *А. П. Павловъ*.

Редакторы—профессоръ *М. А. Мензбиръ* и *А. И. Кронебергъ*.

Библіотекарь—*А. И. Кронебергъ*.

Хранители предметовъ—профессоръ *В. И. Вернадскій*, профессоръ *М. И. Голенкинъ*, *А. Б. Миссуна* и приватъ-доцентъ *П. П. Сушкинъ*.

Казначей—приватъ-доцентъ *В. А. Дейнега*.

Денежныя средства, которыми въ отчетномъ году располагало Общество, состояли: изъ суммы, ежегодно отпускаемой ему въ пособіе Правительствомъ, въ размѣрѣ 4.857 руб.; изъ членскихъ взносовъ и платы за дипломы, составившихъ 234 р., изъ суммы, вырученной отъ продажи изданій Общества, въ размѣрѣ 180 руб. 25 коп., изъ % съ неприкосновеннаго капитала, въ размѣрѣ 59 руб. 85 коп. Большая часть этихъ средствъ израсходована на изданія Общества и лишь сравнительно небольшая шла на жалованье служащимъ при Обществѣ, на почтовые, канцелярскіе и другіе расходы.

Неприкосновенный капиталъ Общества, образуемый изъ по-

жизненныхъ взносовъ его членовъ, состоялъ изъ 1.400 рублей въ %% бумагахъ и наличными 68 руб. 5 коп.

Принадлежащій Обществу капиталъ на премію имени покойнаго президента Общества, *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ*, нынѣ состоитъ: изъ 3.700 руб. въ % бумагахъ и наличными 540 руб. 12 коп.

Принадлежащій Обществу капиталъ на премію имени покойнаго президента Общества, *К. И. Ренара*, въ настоящее время состоитъ: изъ 3.000 руб. въ %% бумагахъ и наличными 291 руб. 25 коп.

Хранящійся при Обществѣ капиталъ имени *С. М. Переяславцевой* нынѣ состоитъ: изъ 400 руб. въ %% бумагахъ и наличными 59 руб. 46 коп.

Въ теченіе отчетнаго года Общество получило въ даръ и въ обмѣнъ на свои изданія 2.013 томовъ книгъ и журналовъ, въ числѣ которыхъ имѣется не мало цѣнныхъ и рѣдкихъ изданій. Обладая одной изъ обширнѣйшихъ библіотекъ въ Россіи, состоящей изъ періодическихъ изданій и монографій по всѣмъ отраслямъ естествознанія на русскомъ и иностранныхъ языкахъ, Общество, какъ и прежде, въ опредѣленные дни предоставляло пользоваться ею не только своимъ членамъ, но и постороннимъ лицамъ, которыя допускаются къ чтенію книгъ и журналовъ въ помѣщеніи библіотеки подъ условіемъ рекомендаціи ихъ кѣмъ-либо изъ членовъ Общества.

1907.

Livres offerts ou échangés durant l'année 1907.

I. Journaux hollandais.

Aanteckeningen van het Verhandelde in de Seclie-Vergaaderingen van het Provinc. Utrechtsch Genvotschap van Kunsten en Wetenschappen. *Utrecht*, in 8°. 1906. 5 Juni 1906. 1907. d. 4-ten Juni. 1907. d. 5-ten Juni.

Archief (Nederlandsch kruitkundig). *Leyden*, in 8°. 1906.

Archief, uitgegeven door de Zeenwsch Genvotschap der Wetenschappen. *Middelburg*. 1906 (1907).

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. La *Haye*, in 8°. Série 2. T. XII. Livr. 1—4.

Archives du Musée Teyler. *Haarlem*, in 8°. 1906, Série 2, Vol. X, p. 3, 4.

Bulletin du Départ. de l'Agric. aux Indes Néerlandaises. *Buitensorg*, 8°. 1907, № 6—8.

Berichten (Entomologische) uitgegeren door de Nederlandsche Entom. Vereeniging. *Amsterd.*, 8°. 1907. Deel II, № 31—36.

Jaarbock van de Kon. Akademie van Wetenschappen. *Amst.*, in 8°. 1906 (1907).

Mededeelingen omtrent de Geologie van Nederland. *Amsterd.*, in 4°. № 35, 36.

Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. *Batavia*, fol. 1906, Vol. XXVII. 1904.

Proceedings of the Section of Sciences (Kon. Akad. Wetensk.). *Amsterdam*, 4°. Vol. IX, P. 1, 2.

Regenwaarneemingen in Nederlandsch-Indie. *Batavia*, in 8°. Jahrg. 22, 1905 (1906).

Receuil des travaux botan. Néerlandais. Vol. III. Liv. 1—4.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgeg. door de Nederl. Entomologische Vereeniging. S'*Gravenhage*, in 8°. Jahrg. 1906, Deel 49; 1907, Deel 50.

Tijdschrift der Nederl. Dierkundige Vereeniging. S'Gravenhage. *Rotterdam*, in 8°. 2 Ser. Deel X, Afl. 3.

Tijdschr. van het Kon. Nederland. Aardrik Genotschap. in 8°. 1907, Deel XXIV, № 3.

Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen. *Amsterdam*, in 8°. (Natuurkunde). Vierde Reeks, 8 Deel.

Verslag van de Gevone Vergaderingen der Wis- en-Naturkundiger Afdeeling. *Amsterdam*, 4°. Deel XV, Gedeelte 1, 2.

Idem (Letterkunde).

Verslag van het verhandelde van het Provincial Utrechtsch Genvotschap van Kunsten en Wetenschappen. 1906, Juni. 1906.

Verslag Zeeuwsch Genvotschap der Wetenschappen. 1893—1902.

II. Journaux danois, suédois et norvégiens.

Aarbog, Meteorologisk. *Kjöbenhavn*, fol. 1906, for 1904 I, II Deel; for 1906 I Deel.

Årsbok Kungl. Sv. Wetenskaps Akademiens. *Stockholm*, 8°, for år 1906, 1907.

Aarbog Bergens Museums, 8°. 1906, H. 3. 1907, H. 1, 2.

Acta Universitatis Lundensis. *Lund*, in 4°. Årsskrift ky Följd. 1906. II (1907).

Acta (Nova) Reg. Societatis Scientiarum Upsaliensis. *Ups.* in 4°. Ser. 4, Vol. I, Fasc. II.

Arsberetning, Bergens Museums. *Bergen*, in 8°. 1906.

Arsberetning, Tromsö Museums. *Tromsö*, in 8°. For 1905.

Arshefter, Tromsö Museums. *Tromsö*, in 8°. 1905—28.

Arkiv for Matem. Astronom. och Fisk. *Ups.-Stock.* 8°. Bd. 3, (1907), H. 2—4; Bd. 2, H. 4—6; Bd. 6, H. 3, 4.

Bulletin statistique des Pêches Maritimes. *Copenhague*, in 4°. Vol. I, 1906.

Bulletin météorologique mensuel de l'Observatoire de l'université d'Upsal. *Ups.*, in 4°. Vol. XXXVIII.

Bulletin Trimestriel des Résultats acquis pendant les croisières périodiques. *Copenhague*, 4°. An. 1905—1906, № 4; An. 1906—1907, № 1.

Expedition (The Danish Ingolf). *Copenhaque*, folio. Vol. IV, p. 2.

Forhandlinger, Geologiska Föreninger. *Stockholm*, 1906, Bd. XXVIII, H. 7 (245); Bd. XXIX, H. 1 (246)—H. 6 (251).

Forhandlinger i Videnskaps-Selskabet i Christiania. in 8°. Aar 1906.

Handlinger Kon. Vetenskaps Akademiens. *Stockholm*, in 8° u. 4°. Bd. 41, № 4—7; Bd. 42, № 1—9.

Handingar, Göteborgs Kongl. Vetenskaps och Vitterhets samhälles. *Göteborg*, in 8°. VII—IX.

Magasin (Nyt) for Naturvidenskaberne. *Christiania*. Bd. 45, H. 1, 2.

Meddelanden från K. Vetenskapsakad. Nobelinstitut. *Stockholm*, in 8°. Bd. I, № 1—6 (1906).

Meddelelser om Groenland. *Kjöbenhavn*. 1907, Tredivte Heft, 1 Aldeling tre og tredivte Heft 1906.

Mémoires de l'Académie Royale de Sciences et Lettres. *Copenhague* in 4°. 1906, T. I, № 6; T. II, № 6; T. III, № 1, 2; T. IV, № 1, 2; T. V, № 1.

Nautisk Meteorologisk Aarbog. *Kobenhavn*. 1906. Juni.

Observations météorologiques Suédoises. *Upsala*, 4°. 1906. Vol. 48.

Oefversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Forhandlingar. *Stockh.* in 8°. 1906, № 4, 5.

Oversigt over det Kong. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger. *Kjobenhavn*, in 4° et 8°. 1906, № 6; 1907, № 1.

Publications de Circonstance du Conseil permanent pour exploration de la mer. *Copenhaque*, in 8°. 1906, № 35; 1907, № 36—41.

Skrifter det Kongelige Norske. *Trondheim*. 8°. 1905 (1906).

Skrifter Udg. af Videnskabs-Selskabet i Christ. *Christiania*, in 4°. 1906, I.

Tidskrift Entmologisk. *Upsala*. 8°. Arg. 27. 1906, H. 1—4.

Undersagelse (Danmarks geologiske). *Kjobenh*, 8°. № 14 (1903); № 15 (1904); № 16 (1906).

III. Journaux anglais et américains.

Annals of the Queensland Museum. 8°. № 7.

Annals of the South African Museum. *London*, 8°. Vol. IV, p. 7 a. cont. Vol. V, p.

Annals of the Carnegie Museum, 8°. Vol. IV, № 1.

Annals of the New-York Academie of Sciences. *New-York*, 1906. Vol. XVII, p. 1.

Bulletin of the U. S. Department of Agriculture. Weather Bureau. *Washington*, in 8°. 1906, № 255.

Bulletin of the American Museum of Natural History. *New-York*, in 8°. 1906, Vol. XVIII, p. 4; Vol. XXII.

Bulletin of the Am. Geographical Soc. *New-York.*, 8°. Vol. XXXIX, № 4—6, 8 (1907).

Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. *Buffalo*, in 8°. Vol. VIII, № 4, 5.

Bulletin of the New Zealand Geol. Survey, 4°. Ser. № 3.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. *Cambridge*, in 8°. 1906, Vol. XLIII, № 5; Vol. L, № 6—8; Vol. LI, № 1—6 (1907).

Bulletin of the New-York State Museum of Nat. History. *Albany*, in 8°. Bull. № 83—94 (1904), № 95—105 (1905); № 106—110 (1906).

Bulletin of the New-York Botanical Garden. *New-York*, in 8°. 1906, Vol. 5, № 16, 17.

Bulletin of the Scientific Laboratories of Denison University. *Grandville*, in 8°. Vol. XIII (1906). Art. III.

Bulletin of the Argricultural Research Institut. *Calcutta*, 4°. 1906, № 6.

Bulletin of the Torrey Botanical Club. *New-York*, 8°. 1906, Vol. XXXIII, № 11, 12; Vol. XXXIV (1907), № 1—9.

Bulletin of the U. S. Geological Survey. *Washington*, in 8°. 1907, №№ 222, 287, 294, 296, 300, 308, 314.

Bulletin (The Teachers). *Cincinnati,* 1907, Vol. III, № 2, 5.

Bulletin of the U. S. National Museum. *Washington*, in 8°. 1902, P. Q., № 39; P. P. № 39; № 50, 53; P. II, № 56—60.

Bulletin (Science) of the Museum of the Brooklyn Institut of Arts and Sciences. 1906, Vol. I, № 4, 9, 10.

Bulletin (Library) of the Univ. of Califor. *Berkeley*, 8°. 1906, № 15.

Bulletin (The Wilson). *Ohio*, 8°. Ser. Vol. XIII, № 4; 1906; Vol. XIV, № 1, 2.

Bulletin of the Chicago Academia of Sc. *Chicago*, 8°. №. IV, p. II; № VI (1907).

Bulletin of the Geological Society of America. *Washington*, in 8°. 1906, Vol. XVII.

Bulletin of the Wisconsin Natural History Society. *Wisc.*, 8°. 1907, Vol. V, № 1—3.

Chronicle (the Univers. of California). *Berkeley*, 8°. Vol. IX, № 2. supplem. 2.

Circulars (John Hopkins University). *Baltimore*, in 8°. 1906, № 3—5, 7, 9, 10; 1907, № 2—6.

Dep. of the Inter. U. S. Geol. Sur. Mineral Resources of the U. St. *C. Yekr*. 1905.

Entomologist (the Canadian). *London*, in 8°. 1906, Vol. XXXVIII, № 12; Vol. XXXVIX, № 1—3, 5—12 (1907).

Gazette (the Botanical). *Chicago*, in 8°. Vol. XLII, № 6 (1906); Vol. XLIII, № 1—6 (1907); Vol. XLIV, № 1—5.

Journal (the Philippine), of Sciences. *Manila*, in 4°. Vol. I, № 9, 10 (1906); Vol. II, № 1—4 (1907); Vol. I, Suppl. V.

Journal (American) of Sciences and Arts. *New-Haven.*, in 8°. 1907, Vol. XXIII, № 133—144.

Journal of Geology. *New-York*, 8°. 1906, Vol. XIV, № 8; Vol. XV, № 1—7.

Journal (American Chemical). *Baltimore*, 8°. 1907, Vol. XXXVII, № 1—6; Vol. XXXV, № 5—6; Vol. XXXVI, № 1—6, general Index (Vol. 11—20).

Journal (the Astrophysical). *Chicago*, in 8°. 1906, Vol. XXIV, № 5 (1907); Vol. XXV, № 1—5; Vol. XXVI, № 1—4.

Journal of the New-York Entomological Society. *New-York*, 8°. 1906, Vol. XIV, № 4; Vol. XV, № 1—4.

Journal (The American Museum). *Cambridge*, in 8°. 1907, Vol. VII, № 1—7.

Journal (Victorian Geographical). 8°. 1905—1906, Vol. XXIII—XXIV.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. *Calcutta*, in 8°. Vol. II, № 10 (1906); Vol. III, № 1—4 (1907).

Journal of the China Branch of the Royal Asiatic Society. *Schanghai*, in 8°. Vol. XXXVIII (1907).

Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. *Raleigh*, in 8°. 1906, Vol. XXII, № 3, 4; Vol. XXIII, № 1—2.

Journal and Proceedings of the Asiatic Soc. of Bengal. *Calcutta*, in 8°. 1906, Vol. II, № 4—9.

Journal and Proceedings of the Linnean Society. *London*, in 8°. 1907, Vol. XXX, Zoology, № 195, 196; Vol. XXXVIII, Botany № 263, 264.

Journal (Quarterly) of the Geological Society of London. in 8°. 1907, Vol. LXIII, № 249—251.

Journal of the R. Microscopical Society. *London* and *Edinb.*, in 8°. 1906, part. 6, № 175; 1907, p. 1—5, № 176—180.

Journal of the Ceylon Branch of the R. Asiatic Soc. *Colombo*, in 8° 1907, № 57; 1906, № 56.

Journal of Hygiene. *Cambridge*, 8°. 1907, Vol. VII, № 1, 2, 4, 5.

Journal of Mycology. *Ohio*, 8°. 1907, Vol. XIII, № 87—92.

Journal, the Geographical. *London*, in 8°. 1906, Vol. XXIX, № 2—6; XXX, № 3—6.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. *Cambridge and Boston*, in 4°. 1906, Vol. XIII, № 4, 5.

Memoirs of the Australian Museum. *Sydney*, in 8°. IV, Part 10 (1907).

Memoirs of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, 4°. 1906, Vol. II, № 10; Vol. IV, № 1.

Memoirs of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 4°. Paleontologica Indica. Serie XV, Vol. V; Mem. № 2, 3; Vol. II, № 3.

Memoirs of the Asiatic Society of Bengal. *Calcutta*, in 4°. Vol. I, № 1—19. Suppl. Vol. I, p. IX—XI; Vol. II, № 1—4.

Memoirs and Proceedings of the Litterary and Philosophical Society of Manchester. *Manch.*, in 8°. 1907, Vol. 51, p. III.

Memoirs of the Department of Agriculture of India. *Calcutta*, 8°. Vol. I, Botan. Ser. № 1, p. II, № 6; Vol. II; Bd. Ser. № 2; Vol. II, № 1—5.

Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. *Cambridge*, in 4°. 1902, Vol. XXXIV, № 1; Vol. XXXV, № 1.

Memoirs of the American Museum of Natural History. *New-York*, in 8°. 1906, Vol. IV, p. 5; 1905, Vol. V, p. 3; 1905, Vol. VIII, p. 1; Vol. X, p. I; 1904, Vol. XI, p. I; 1906, Vol. XIV, p. 1; Vol. IV, p. 4 (1907); Vol. XI, p. 2.

Naturalist (the Ohio). *Ohio*, 8°. 1906, Vol. VII, № 2—8; Vol. VIII, № 1.

Nature. *London* and *New-York*, in 4°. 1906, Vol. 75, № 1938—1989.

Papers (Professional) Dep. of the Int. U. S. Geol. Sur. *Washington*, 4°. №№ 46, 50—52, 54, 55.

Papers (Miscellaneous Scientific) of the Alegh. Observ. in 8°. N. S. № 18—20.

Papers (Anthropological) of the Amer. Museum of Nat. Hist. *New-York*, 8°. 1907, Vol. I, p. 1—3.

Papers (Water Supply) Dep. of Inter. U. S. Geol. Survey. 1906—1907, №№ 155—156, 158—164, 170, 172—194, 196, 200.

Papers (occasional) of the Boston Soc. of Natur. Hist. *Boston*, 8°. VII.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Philadelphia*, in 8°. 1907, Vol. LVIII, p. 1, 2; Vol. LIX, p. 1 (1907).

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. *Bost.* and *Cambr.*, in 8°. Vol. XLII, № 26—28; Vol. XLIII, № 1, 2.

Publications of the Field Columbian Museum. *Chicago*, in 8°. 1906, Vol. II, № 4, 5, 8, 9; Vol. III, № 1, 3—5; Vol. VII, № 2, 3; Vol. VIII.

Publications of the University of California. *Berkeley*, in 8°. Botany. Vol. II, № 12, 13. Zoology. Vol. III, № 3, 8, 9, 11—13. Entomology. Vol. I, № 1—2. Physiology. Vol. III, № 7—9. Geology. Vol. IV, № 12—14; Vol. V, № 1—5, 6—8. Archeology and Ethnology. Vol. IV, № 1—4. The Univ. Chronicle. Vol. II, № 5; Vol. V, № 1; Vol. VIII, № 3. Pathology. Vol. I, № 8, 9.

Proceedings of the American Philosophical Society held at Philadelphia for promoting useful knowledge. *Philadelphia*, in 8°. 1906, Vol. XLV, № 183—185.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. *Calcutta*, in 8°. N. S. Vol. I. 1905.

Proceedings of the Birmingham Natura History and Philosophical Society. *Birmingham*, in 8°. 1907, Vol. XII, № 1, 2.

Proceedings of the Boston Society of Nat. History. Annual of the Boston Society of Nat. History, in 8°. Vol. 32 (1906), № 1—12.

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. *Cambridge*, in 8°. 1907, Vol. XIV, p. 1—3.

Proceedings of the Davenport Academy of Nat. Sciences. *Davenport*, in 8°. 1906, Vol. XI, p. 1—417.

Proceedings (Scientific) of the R. Dublin Society. *Dublin*, in 8°. 1907, Vol. XI, N. S., № 13—20.

Proceedings (Economic) of the R. Dublin Society. *Dublin*, in 8°. 1907, Vol. I, p. 9—11.

Proceedings of the Linnean Society of London. *London*, in 8°. 119-th Session. 1907.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. Wales. *Sydney*, in 8°. 1906, Vol. XXXI, p. 2, № 122; p. 3, № 123; p. 4, № 124.

Proceedings and Transactions of the Liverpool Biological Society. *Liverpool*, in 8°. 1907, Vol. XXI.

Proceedings of the *Liverpool* Geological Society. in 8°. 1906 (1905—1906), Vol. X, p. 2, 3.

Proceedings of the Litterary and Philosophical Society of Manchester. *Manchester*, in 8°. 1906—1907, № LX.

Proceedings of Yorkshire Geological and Polytechnical Society. *Halifax*, in 8°. 1906, Vol. XLI, p. 1.

Proceedings of the Royal Society of London. *London*, in 8°. Mathem. and Physical Sciences. Vol. 78, Serie A. № 525—531; Serie B. Vol. 79; Ser. A. № 532—535; Ser. B. № 534—535.

Proceedings (and Transactions) of the Royal Society of Canada. *Montreal*, in 4°. 1906, Vol. XII.

Proceedings of the Royal Physical Society. *Edinburgh*, in 8°. Vol. XVI, № 8.

Proceedings of the Royal Society of *Edinburgh*, in 8°. 1907, Vol. XXVI, № 6; 1907, Vol. XXVII, № 1—5.

Proceedings of the Physical Society of Edinburgh. *Edinburgh*, in 8°. 1907, Vol. XVII, № 2—3.

Proceedings of the Royal Irish Academy. *Dublin*, in 8°. 1906, Vol. XXVI, Sec. B. № 6—10; Vol. XXIV; Vol. XXV, P. 1—2.

Proceedings (and Transactions) of the Nova-Scotia Institute of Nat. Science. *Halifax*, in 8°. Vol. XI, p. 2 (Session of 1903—1904).

Proceedings of the Colorado scientific Society. *Denver*. in 8°. 1906, Vol. VIII, p. 167—314.

Proceedings of the biological Soc. of Washington. 8°. 1906, Vol. XIX; Vol. XX, p. 59—84.

Proceedings of the U. S. National Museum. *Washington*, in 8°. 1907, Vol. XXXI, Vol. XXXII.

Proceedings of the Washington Academy of Sciences. in 8°. 1906, Vol. VIII, p. 167—491; Vol. IX, p. 1—522.

Proceedings of the Zoological Society of London. *London*, in 8°. 1905, Vol. II, p. 1, 2; 1906, pages 1—1052; 1907, p. 1—746.

Proceedings of the Indiana Academie of Science. I. 1905.

Proceedings of the R. Society of Victoria. *Melbourne*, 1907, Vol. XIX, p. 2, Vol. XX, p. 1.

Record (Quarterly) of the Royal Botanic. Society of London *London*, in 8°, 1906, Vol. IX, № 108.

Record (University) of Cincinnati. 8°. 1906, Ser. 1, Vol. III, № 2—8. Comencement number 1907, Vol. IV, № 2.

Record (the Meteorological). *London*, 8°. 1906, Vol. XXVI, № 101—104.

Records of the Canterbury Museum. *New-Zealand*, 8°. Vol. I, № 1.

Records of the Geological Survey of N. South Wales. *Sydney*, in 4°. Vol. VIII, p. 3.

Records of the Geol. Sur. of India. *Calcutta*, 8°. 1906, Vol. XXXIV, p. 3; Vol. XXXV, p. 1—3 (1907).

Records of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 8°. 1906, Vol. XXXIV, p. 4; Vol. XXXV, P. 4. 1907.

Record experiment Station Washington. 1906, Vol. XVIII, № 2—12; Vol. XIX, № 1, 2.

Report (Annual) of the Geol. Commission. *Cape-Town*, 8°. 1905—1906.

Report (Annual) of the American Museum of Nat. History. *N.-York*, For the year 1906.

Report (and Proceedings) of the Belfast Natural History and Philosophical Society. *Belfast*, in 8°. 1906. Session 1905—1906.

Report of the British Association for the advencement of Sciences. *Lond.*, in 8°. 1907. Seventy-Sixth Meeting.

Reports of the Commission for the Investigation of Mediterranean Fever. *London*, 4°. P. 5—7.

Report (Fourth Annual) of the Superintendent of the Bureau of Gouvernement Labor. *Manila*. 1906.

Report (Annual) of the Department of Mines. N. South Wales. *Sydney*, in 4°. 1907, for the year 1906.

Report (Fifth Annual) of the Directiv of the Bureau of Science for the Year 1906. *Manila*, 8°.

Report (Annual) of the Regents of the University of the State of New-York. *Albany*, in 8°.

Report (Annual N. Y. State Museum). 57-th 1903 (1905), Vol. I, p. 1, 2; Vol. 2. App. 6, 7, p. 3, 4, 58-th 1904, Vol. 1—5.

Report (Annual) of the Entomological Society of Ontario. *Toronto*, in 8°. Thirty-seventh. 1906.

Report (Annual) of the board of Regents of Smithsonian Institution. *Washington*. in 8°. Y. 1905.

Report (Annual) of the Board of Directiv Menagers of the Zoologica Society of Philadelphia. *Philadelphia*, in 8°. 35-th.

Report (Annual) of the Bureau of American Ethnology (Smits. Inst.). *Washington*, 4°. 24-th (1902—1903).

Reports (Third and final) of the Geol. Survey of Natal and Zululand. *London*, 1907, folio.

Report (of the U. St. Nat. Museum). *Washington*, 8°. 1905 (1906)

Report (Annual) of the Curator of the Museum of Comp. Zool. at Harward C. *Cambridge*, 1905—1906.

Report (Annual) of the Missouri Botanical Garden. *St. Louis*. 1906. Seventeenth Ann. Rep.

Report of the South-African Museum, folio. For the Year 1906.

Report (Annual) of the Board of Trustees of the Public Museum. *Melwaukee*, 25-th. 1906 (1907).

Report (Annual) of Zoological and Acclimatisation Society of Victoria. *Fourty-third.* 1906.

Review (Monthly) Weather. *Washington*, in 4°. 1906, Vol. XXXIV, № 9—11, 13; Vol. XXXV, № 1—8.

Smithsonian Contributions from the U. St. Nat. Hèrbarium, 1906, Vol. X, p. 3—5.

Smithsonian Instit. Bulletin of the Bureau of Am. Ethnology. *Washington*, in 8°. № 30, p. 1 (1907).

Smithsonian Miscellaneous Collections. *Washington*, in 8°. Vol. III, p. 3, 4; Vol. IV, p. 1. Part of the Vol. XLIX, № 1720, 1721.

Studies of the Univer. of Toronto. 8°. Biol. Ser. № 7; Geol. Ser. № 4; Patol. Ser. № 1.

Survey (Geological) of Yowa. *Des Moines*, in 8°. Vol. XVI. Ann. Rep. 1905 (1906).

Survey (Geological) of New Zealand. 4°. 1906. Bulletin, № 2.

Survey (Geological) of Canada. *Ottava*, in 8°. Section of Mines. Annual Report for the Year 1904, № 928. Summary Rep. of the Geolog. Survey Department of Canada for the Year 1906, № 959. Report of the Chibongaman Mining Region. 1905, № 923. Pzelim. Rep. of Rossland Mining Dist. № 939.

Transactions of the American Philosophical Society for promoting useful knowledge. *Philadelphia*, in 4°. 1906, Vol. XXI, N. S. P. 3.

Transactions of the Cambridge Philosophical Society. *Cambridge*, in 4°. 1907, Vol. XX, № 12—14.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. *New Hawen*, in 8°. 1907, Vol. XII, XIII, p. 1—46.

Transactions (Scientific) of the R. Dublin Society. *Dublin*. in 4°. Vol. IX. Ser. II, № 5—6.

Transactions of the Edinburgh Geological Society. *Edinburgh*, in 8°. 1907, Vol. IX, p. I.

Transactions of the Entomological Society of London. *London*, in 8°. 1907 for the Year 1906.

Transactions of the Nat. Hist. Soc. of Glasgow. *Glasgow*, in 8°. 1907, Vol. VII, p. 3 (1904—1905).

Transactions of the Linnean Society of *London*, in 4°. 2 Ser. Botany, Vol. VII, p. 4—5; 2 Ser. Zoology, Vol. IX, p. 11, Vol. X, p. 6, 7.

Transactions of the Academy of Sciences of *St. Louis*. in 8°. 1906, Vol. XV, № 6; 1906, Vol. XVI, № 1—4.

Transactions of the Zoological Society of London. *London*, in 4°. 1905, Vol. XVII, P. 5, 6; Vol. XVIII, P. 1.

Transactions (and Proceedings) of the New Zealand Institute. *Wellington*, in 8°. 1906, Vol. XXXIX (1907).

Transactions (Philosophical) of the Royal Society of London. *London*, in 4°. 1906, Ser. B., Vol. 198.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. *Ed.*, in 8°. Vol. XLI, p. III; Vol. XLV, p. I. Bd. XL, p. III, IV, XLI, p. I—II, XLIII.

Transactions of the American Microscopical Society. *Ohio*, 8°. 1907,

Transactions of the Royal Society of Victoria. *Melbourne*, in 4°. 1906, Vol. XVI, p. 4; 1907, Vol. XIII (289—541); Vol. XVI, p. 5.

Transactions of the S. African Philosophical Society. *Cape Town*, in 8°. 1907, Vol. XVII, p. 1.

Transactions of the Royal Society of South Australia. *Adelaide*, in 8°. Index to the Vol. I—XXIV.

Transactions and Proceedings and Report of the R. Society of South-Australia. *Adelaide*, in 8°. 1906, Vol. XXX.

IV. Journaux français.

Annales de la Société Entomologique de France. *Paris*, in 8°. 1905, Vol. LXXIII. Ann. 1904, Trim. 1—4; Vol. LXXII Ann. 1903, Trim. 1—4, LXXIV, 1—4, LXXV, 1—4, LXXVI, 1—2.

Annales du Bureau Central Météorologique de France. *Paris*. in 4°. 1905, An. 1903, II Observations, 1906, An. 1904, III Pluies en France.

Annales de la Société Linnéenne de Lyon. *Lyon*, in 8°. Ann. 1906 (1907), vol. 53.

Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. *Marseille*. in 4°. 1906—1907, T. X.

Annales de la Société Académique de Nantes. *Nantes*, in 8°. 1906, Vol. VII, Série 8,

Annales de l'Université de Lyon. *Paris*, in 8°. 1906, I'Fesc. 19.

Annales de l'Université de Lyon. *Paris*, in 8°. 1906, I, Fas. 19.

Archives (Nouvelles) du Muséum d'Histoire Naturelle. *Paris*. in 8°. 1906, Série 4, T. IV, Fasc. 2.

Bulletin de la Société de Géographie et d'Etudes Colon. de Marseille. 8°. T. XXIX, № 4, 1905.

Bulletin de la Société d'Etudes scientifiques d'Angers. *Angers*, in 8°. 1905, An. XXXV.

Bulletin de la Soc. Française de Minéralogie. *Paris*, in 8°. 1906, T. XXXIX, № 7, 8; T. XXX, № 1—6.

Bulletin de la Soc. scientif. et medicin. de l'Ouest. *Rennes*, 8°. 1906, Vol. XI, № 2—3.

Bulletin (mensuel) de la Soc. des Sciences Natur. de Saône-et-Loire. *Châlon sur Saône*. 8°. 1907, 33 An. N. S. T. XIII, № 3, 4.

Bulletin de la Soc. Polymatique du Morbihan. *Vannes*, in 8°. 1906, Fasc. 1, 2.

Bulletin de la Société de Borda à Dax. *Dax*. in 8°. 1906. Trim. 3 et 4; 1907, Trim. 1.

Bulletin de l'Académie Delphinale. *Grenoble*, in 8°. Série 4; T. XIX, 1905 (1906).

Bulletin de la Soc. de statist. *Grenoble*. in 8°. 1906, Ser. 4, T. IX.

Bulletin du Muséum d'Hist. Nat. *Paris*, in 8°. 1906, № 6, 7; 1907, № 1—3.

Bulletin de l'Acad. du Var. *Toulon*, in 8°. 1907, LXXIV (1906).

Bulletin trimestriel des résultats acquis pendant les croisières periodiques e. s. c. *Copenhague*. in 4°. Ann. 1906—1907, № 1—2.

Bulletin de la Société Géologique de France. *Paris*, in 8°. 1905—1906, Sér. 4, T. V; Fasc. 6, 7; 1906—1907, T. VI; Fas. 1—7, T. IV, № 6 (1904), 1907.

Bulletin Syndicat Agricole. *Meaux*, in 8°. 1907, № 1, 4—10.

Bulletin du Musée Océanographique de Monaco. *Monaco*, in 8°. 1906, № 87—101.

Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. *Caen*, in 8°. 1906, Série 5, Vol. IX, An. 1905.

Bulletin de la station de pisciculture et d'hydrologie de l'université de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. 1906, № 3—4.

Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Nimes. *Nimes*, in 8°. An. 1905, T. XXXIII.

Bulletin de la Société Géologique de Normandie. *Havre*, in 8°. T. XXVI, An. 1906.

Bulletin de la Société Philomatique de Paris. *Paris*, in 8°. N. Sér. T. VIII, № 5 (1906), T. IX, № 1, 2 (1907).

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy.—Bulletin des Sciences de la Société des Sciences de Nancy. *Paris*, in 8°. 1906, Série 3, T. VII, Fasc. 2, 3, T. VIII, Fasc. 1.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris. *Paris*, in 8°. 1906, № 3—6.

Bulletin de la Société Entomol. de France. *Paris*, in 8°. An. 1903—1906.

Bulletin de l'Académie de médecine. *Paris*, in 8°. 1906, T. LVI, № 43—44; 1907, T. LVII, № 1—10, 12—41.

Bulletin (Nouveau) des Sciences, publ. par la Soc. Philomatique de *Paris P.* in 4°. 1906, T. VIII, № 6; T. IX, № 3—4.

Bulletin de la Société des Amis des sc. naturelles de Rouen. *Rouen*, in 8°. 1906, Sér. 5, An. 48, Sem. 1, 2.

Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Natur. de Reims. *Reims*, 8°. 1906, T. XV, 1—4 Trim.

Bulletin de l'Université de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. 1906, Fasc. 18, 19.

Bulletin de la Société Ramond. *Toulouse*, in 8°. 1906, T. I, Sér. III, № 1—2, 3—4.

Bulletin de la Société Philomatique Vosgienne. *St. Dié.* in 8°. 1907, Ann. 32 (1906—1907).

Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et d'Archéologie de l'Ain. *Bourg.*, in 8°. 1905, Trim. I—II, № 46—47.

Bulletin de la Société Khediviale de géographie. *Le Caire*, 8°. Sér. 6, 1907, № 12.

Bulletin des publications nouvelles de la librairie G. Gauthier Villars et Fils. *P.*, in 8°. 1906, Tr. II—IV; 1907, Tr. I—III.

Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts de la Haute-Saône. *Vésoul.* in 8°. 1906, Sér. 4, № 6.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. *Auxerres*, in 8°. An. 1900, Vol. 54, Sem. 1—2; An. 1901, Vol. 55, Sem. 1—2; An. 1902, Vol. 56, Sem. 1—2; An. 1903, Vol. 57, Sem. 1—2; An. 1904, Vol. 58, Sem. 1—2; An. 1905, Vol. 59, Sem. 1—2.

Bulletin Historique et Scientifique de l'Auvergne. 8°. 1907, № 4—8.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. *Nantes*, in 8°. 1906, № 3—4.

Bulletin mensuel de la Soc. des Sciences Nat. de Saône-et-Loire. *Chalon-sur-Saône*, 8°. An. XXXV, T. XII, № 7—12; An. XXXIII, T. XIII, № 1, 2.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. *Paris.* in 4°. 1906. LIII (1901), № 30—41, T. LIV (1902), № 1, 28—30, 32, 33, 35, 36; T. LV, № 28—37; T. LVI, № 1—16, 18—20.

Comptes-rendus des séances et Mémoires de la Société Biologique. *Paris*, in 8°. 1906, T. LXI, №№ 14, 16, 18, 19, 26—29; T. LIX, 1905, №№ 27—30, 32, 34, 36—39; 1907, LXII, № 1—11, 13—24; LXIII, № 25—32, 36.

Cércle Hutois des Sciences et Beaux-Arts. Annales, T. XV, liv. II.

Feuilles des Jeunes Naturalistes. *Paris*, in 8°. 1907, № 435 — 446.

Journal de Conchyliologie. *Paris*. in 8°. Vol. LV, № 2—3.

Journal de Micrographie. *Paris*, in 8°. 1907, № 1, 3, 4.

Mémoires de la Société Nationale d'agriculture, des sciences et arts d'Angers. *Angers*, in 8°. 1906, T. IX.

Mémoires de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse. *Guéret*, in 8°. 1906. Série 2, T. X.

Mémoires de la Société des lettres, sciences et arts de *Bar-le-Duc*. in 8°. 1905—1906, Sér. 4, T. IV.

Mémoires de la Soc. Linnéenne de Normandie. *Caen.*, in 8°. Vol. XXII (1904—1907).

Mémoires de la Société Zoologique de France. *Paris*, in 8°. 1905, T. XVIII.

Mémoires de l'Académie des sciences, lettres et médecine de Montpellier. *Montpellier*, in 8°. 1906, Sér. 2, T. III, № 3, 5, 7.

Mémoires de la Société Académique d'agriculture, sciences et arts du Dép. de l'Aube. *Troyes*. in 8°. 1906, Sér. 3, T. XLIII.

Mémoires et Comptes Rendus des Travaux de la Société des Ingénieurs civils. *de France*. Bulletin № 2, 1907.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le Dép. de la Gironde. *Bordeaux*, in 8°. De Juin—1905 à Mai—1906.

Procès-verbaux des séances de la Société des sciences Physiques et Natur. *de Bordeaux*, 8°. Ann. 1901—1902; An. 1905—1906. Paris.

Revue Sovoisienne. *Annecy*. in 8°. 1906, An. 47, Trim. 3—4; Ann. 48, Trim. 1 (1907).

Revue des Pyrénées. *Toulouse*, in 8°. 1905, Trim. 2.

Rapport Annuel du Conseil de l'Université. *Toulouse*, 8°. Comptes Rendus des travaux des facultés. 1905.

Société d'Histoire Naturelle de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. 1906, T. 39, № 1—2.

V. Journaux allemands.

Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu *Berlin*, in 4°. Jahrg. 1906.

Abhandlungen, herausg. vom naturhistorisch. Verein zu *Bremen*, in 8°. 1907, Bd. XIX, 1 Heft.

Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu *Halle*, in 4°. 1905—1906, Bd. XXIV; 1903—1906, Bd. XXV.

Abhandlungen herausg. von der naturforschenden Senkenbergischen Gesellschaft. *Frankfurt*, 4°. Bd. XXIX, H. 1; 1903, Bd. XXX, H. 1, 2 (1906).

Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, herausg. von dem naturwiss. Verein zu *Hamburg*, Bd. XIX, H. 2, 1907.

Abhandlungen der Naturforsch. Gesell. zu Görlitz. *Görlitz*. 1907, Bd. XXV, H. 2.

Abhandlungen der math.-phys. Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. *München*, in 4°.

Abhandlungen und Berichte des Museums für Natur- u. Heimatkunde zu *Magdeburg*, 8°. 1906, Bd. I, H. 2—3.

Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu *Nürnberg*, in 8°.

Abhandlungen und Berichte des Vereins für Naturkunde zu Cassel. *Cassel*, in 8°. Vol. LI, Vereinsjahr 71, 1907.

Abhandlungen der K. Boehmischen Gesellschaft der Wissensch. zu *Prag*, in 8°, in 4°.

Abhandlungen und Berichte des K. Zool. u. Anthrop. Ethnogr. Museums zu *Dresden*. Bd. XI (1907), № 5.

Abhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*. fol.

Acta (Nova) Acad. Caes. Leopoldino-Carolinae. (См. Verhandlungen d. K. Leop. Karol. Academie der Wiss.) 81 u. 81 (1903), 85 (1906), 86 (1906).

Almanach der K. Akad. der Wissensch. *Wien*, in 8°. Jahrg. 54 (1904), 55 (1905), 56 (1906).

Annales Scientifiques de l'Univ. de Jassy. *Jassy*, in 8°. T. IV, Fasc. III—IV.

Annales Historici-Naturales Musei Nationalis Hungarici. 1906, Vol. IV, p. 2; Vol. V (1907), p. 1.

Annalen der K. K. Naturhistorischen Hofmuseums. *Wien*, in 8°. 1905, XX, № 4; XXI, № 1, 2.

Aquila. *Budapest*, 4°. 1906, T. XIII.

Anzeiger, Zoologischer. *Leipzig*, in 8°. 1907, Bd. XXXI, № 4—26; Bd. XXXII, № 1—14.

Anzeiger der K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe. *Wien*, in 8°. 1906, Jahrg. XLIII, № 1—27.

Arbeiten aus dem Zoologischen Institut zu Graz. *Leipzig*, in 8°. Bd. VIII, № 1—2.

Arbeiten (astronomische) des K. K. Gradmessungs-Bureau. *Wien*, in 4°. 1906, Bd. XXI, XIV, 1907.

Archiv des Vereines d. Freunde der Naturgeschichte in *Meklenburg Güstrow*, in 8°. Jahrg. 57 (1903), Abth. II; Jahrg. 59 (1905), Abth. I—II; Jahrg. 60 (1906), Abth. I—II: Jahg. 61 (1907). Abth. I.

Archiv des Vereines für Siebenbürgische Landeskunde. *Hermannstadt*. 8° N. Folge, Bd. XXXIV (1907), H. 1—2.

Beiträge zur Erforschung Steirischer Geschichte. *Graz*, in 8°. Jahrg. XXXV.

Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns. *München*, in 8°. Bd. VI, H. 3—4, 1907.

Beobachtungen (astronomische, magnetische u. meteorologische) an der K. K. Sternwarte zu *Prag* in den Jahren 1904—1905. *Prag*, 1907, 4°. im Jahre 1906.

Berichte der meteorolog. Commission des naturforsch. Vereins in *Brünn*, in 8°. Ber. XXIV, 1904 (1906).

Berichte über die Tätigkeit des König. Preus. Meteorolog. Instituts., im Jahre 1906 (1907). *Berlin*, 8°.

Bericht des Naturhistorischen Vereins für Schwaben u. Neuburg. Ber. 37, 1906.

Bericht über die Verwaltung der Kön. Sammlungen für Kunst und Wissenschaft zu *Dresden*, in 4°, für des Jahr 1904, 1905.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft. *Freiburg i. Br.*, in 8°. 1907, Bd. XV.

Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. *Giessen*, in 8°. Neue Folge. Medicin. Abth. Bd. 2 (1904—1906).

Berichte des naturwiss.-medicinischen Vereins in *Innsbruck*, in 8°. 1907, Jahrg XXX. 1905—1906, 1906—1907.

Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu *Leipzig*, in 8°. 1907, № 1—8.

Bericht (allgemeiner) und Chronic der in Oesterreich beobachteten Erdbeben. *Wien*, in 8°. 1906, № 1. Officiele Publication.

Berichte (mathemat. und naturwissenschaftliche) aus Ungarn. *Leipzig*, in 8°. Bd. XX (1902); Bd. XXIII (1905).

Bericht über die international-meteorologische Directorenkonferenz in Insbruck. *Wien*, 4°. 1905 (1906).

Bulletin international de l'Académie des Sciences de *Cracovie*, in 8°. 1907, № 4—10 (1906), № 1—3 (1907).

Bulletin international de l'Acad. des Sciences de l'Emp. Fr. Jos. *Prague*, in 8°. Ann. VI, Ann. IX, p. 2; Ann. X, p. 1—2.

Časopis Moravskéno musea Zemskéno-V. *Brně*, 8°. 1907, Ročnik VII, Čis. 1—2.

Casopis Ceské Společnosti Entomologicské. *Prague,* 8°. Roc. IV, Cis. 1—3.

Carinthia, Mittheilungen des Naturhistorischen Landesmuseums für Kärnten. 1906, № 5, 6; 1907, № 1—4.

Centralblatt, Botanisches. *Kassel*, in 8°. 1907, Jahr. XXVIII, Bd. I, № 1—26; Bd. II, № 1—14, 16—23; 1906 J., № 49—52.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften. *Wien*, fol. Bd. 77 und 78.

Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen I u. II Ordnungs im Jahre 1901. *Berlin*, in 4°. 1906.

Ergebnisse der Niederschlags-Beobachtungen. Jahr. 1903 (1906); Jahr. 1904 (1907). *Berlin*, 4°.

Földtani kozlöny. *Budapest*, in 8°. 1906, XXXVI Köt., 10—12 Füret.; 1907, XXXVII Köt., 1—5—7 Füret.

Gartenflora. Erlanger u. *Berlin*, in 8°. 1907, № 1—3.

Гласник земаљског музеја у Босни и Херцеговини. *Сарајево*, in 8°. 1906, XVIII, № 4; XIX, № 2.

„Helios". *Berlin*, in 8°. 1903, Bd. XX.

Jahrbücher d. Königl. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften zu Erfurt. *Erfurt*, in 8°. 1906, H. XXXII, XXXIII.

Jahrbuch der k. preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie. *Berlin*, in 8°. 1906, Bd. XXIV, H. 4; Bd. XXVII, H. 1—3; Bd. XXVIII, 1, 2.

Jahrbücher der K. K. Ungarischen Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. *Budapest*, in 4°. Bd. XXXIV, Jahrg. 1904, T. 4; Bd. XXXV, Jahrg. 1905, T. 1—3.

Jahrbuch (Deutsches Meteorologisches). *Berlin*, in 4°. f. d. Jahr. 1905 (1907), H. 2; Jahr. 1906, H. 1.

Jahrb. (Deutsches Meteorologisches). *Hamburg*, in 4°. Jahrg. XXVII.

Jahrbuch des ungarischen Karpathenvereins. *Iglö*, in 8°. 1907, Jahr. XXXIV.

Jahrbuch (Deutsches Meteorologisches). *Bremen*, 4°. Jahrg. XVII.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*, in 8°. 1906, Jahrg. 1906, Bd. LVI, H. 3, 4.

Jahrbuch der Hamburger Wissenschaft. Anstalten. Jahrg. XXIII, 1905; Beiheft zum Jahrg. XXIII, № 1 – 5.

Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde. *Wisbaden*, in 8°. Jahrg. 60.

Jahrbuch des Städtischen Museums für Völkerkunde zu Leipzig. *Leipzig*, in 4°. 1906, Bd. I.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. *Wien,* 4°. Jah. 1902, N. F. Bd. XXXIX; Jahrg. 1905, N. F. Bd. XLII.

Jahrbuch (Ornithologisches). *Hallein,* in 8°. 1907, Jahrg. XVIII, H. 1—6.

Jahresbericht der K. Ungarischen Geologischen Anstalt. *Budapest,* in 8°. 1907 für 1905.

Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft in *Emden,* in 8°. 90 Jahr. 1904—1905.

Jahresbericht des Physikal. Vereins zu *Frankfurt a. M.* 1905—1906.

Jahresberichte der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft. *Leipzig,* in 8°. 1907.

Jahresberichte der K. Boehmischen Gesellschaft der Wissensch. in *Prag,* in 8°. 1907, f. d. J. 1906.

Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu *Zwickau,* in 8°, XXXIV, XXXV.

Jahresbericht d. Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde. *Dresden,* in 8°. Jahrg. 1905—1906 September—Mai.

Jahresbericht des Museums Francisko-Carolinum. *Linz,* 8°. Jahresb. 65 (1907).

Jahresbericht d. Schlesischen Gesellschaft f. Vaterländ. Cultur. *Breslau,* in 8°. 1906, 84-er, mit Ergänzungsheft.

Jahreshefte d. naturwissensch. Vereins für das Herzogsh. *Lüneburg,* in 8°. XVII, 1905—1907 Jahresschrift (Viertel).

Jahreshefte d. Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. *Stuttgart,* in 8°. 1905, Bd. 61 (1905), Bd. 62 (1906). Beilege zu Bd. 61 u. 62, Bd. 63 (1907), Beilege.

Izvestja Murejskega Drustva ra Kranjsko. *Lubljani,* in 8°. Jahrg. XVI, H. 1—6 (1906).

Insecten-Börse. *Leipzig,* in 4°. 1906, № 52; 1907, № 4, 6—51.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leopoldino-Carol. Academie der Naturforscher. *Jena.* in 4°. H. 37—39, 42.

Lapok, botanical Magyar. Jahrg. V, № 11, 12; Jahrg. VI, № 1—10.

Litteraturblätter, Entomologische. *Berlin,* in 8°. 1907, № 1—12.

Katalog litteratury naukowy polskiej. *Krakow,* 8°. 1906, T. VI, zen. I—IV; T. VII, zen. I—II.

Magazin (Neues Lausitzesches). *Gorlitz,* in 8°. 1903, Bd. 79.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. *Berlin,* in 8°, 1906, Bd. XVIII, H. 1—3.

Mittheilungen (Wissenschaftliche) aus Bosnien und Herzegowina. *Wien,* 4°. 1907, Bd. IX, X.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ungar. Geolog. Anstalt. *Budapest*, in 8°. 1906, Bd. XV, H. 3, 4; Bd. XVI, H. 1 (1907).

Mittheilungen des naturwiss. Vereins für Steiermark. *Graz*, in 8°. 43-ter Jahrg. 1906.

Mittheilungen (Dr. A. Petermann's) aus J. Perthes geogr. Anstalt. *Gotha*, in 4°. 1902, Bd. XLVIII, T. 7, 11; Bd. XLIX, Th. 4—9, 12.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Halle*, in 8°. 31-ter Jahrg. (1907), H. 5 u. Mitgliederverzeichniss.

Mittheilungen der Grossherzoglichen-Hesseschen Centralanstalt für die Landsstatisten. 1906, № 823.

Mittheilungen aus den Naturwissenschaftlichen Verein für Neuvorpommern u. Rügen. *Berlin*, in 8°. 38-ter Jahrg. 1906.

Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. *Salzburg*, in 8°. 1906, XLVI; 1907, XLVII.

Mittheilungen des Antropologischen Vereins in Schleswig-Holstein. *Kiel*, in 8°. 1907, H. 18.

Mittheilungen der Naturhistorischen Gesellschaft in Calmar. N. Folge. Bd. VIII.

Mittheilungen der Erdbeben-Komission d. K. Akad. der Wissensch. in Wien. *Wien*, in 8°. N. F. № XIV—XXI, XXV—XXXI.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Dresden*, in 8°. 45-ter Vereinsjahr, H. 6.

Mittheilungen des K. K. Militär-Geographischen Institutes. *Wien*, in 8°. 1906, Bd. XXVI.

Mittheilungen des Musealvereins für Krain. *Laibach*, in 8°. Jahrg. XIX, № 1—6.

Mittheilungen aus den Sitzungsber. der naturwiss. Gesellsch. „Isis". Vereinsjahr. 1906—1907.

Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. *Berlin*, in 8°. Bd. XVI, XVII.

Monatsbericht (der Gesellsch. zur Förderung der Wissensch. des Ackerbaues u. der Künste im Unt.-Elsass). 1903, Bd. XXXVII.

Monatsschrift des Gartenbauvereins zu *Darmstadt*, in 8°. 1906, № 12; 1907, № 1, 2, 4, 7.

Monatsschrift (Ornithologische). 1906, № 3, 9; 1907, № 1—10.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu *Berlin*, 16°. 1906, Heft. 5; 1907, H. 1 Geschäftliche Mittheilungen; 1907, H. 1—3. Mathem. Phis.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde u. verwandte Wissenschaften. *Darmstadt*, in 8°. 1906, Folge IV, H. 27.

Notizblatt des Königl. botanischen Gartens u. Museums zu Berlin. *Berlin*, 8°. 1905, Append. XVI; 1906, Bd. IV, № 38—40.

Noturae Novitates. *Berlin*, in 8°. 1906, № 21—24; 1907, № 1.

Publicationen des Astrophys. Observatoriums Königsstal. *Heidelberg*, 4°. Bd. II, № 1—12; Bd. III, № 1.

Rapport sur les travaux de l'Acad. Hongr. des Sciences. *Budapest*, 8°. An. 1906.

Rosprawy Ceské Akademie Cisare Frantiska Josefa. *Prague*, 1906. Frida II, Roc. XIV, XV.

Schriften der naturforsch. Gesellschaft in *Danzig*, in 4°, in 8°. N F. Bd. XII, Heft 1.

Schriften des naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. *Kiel*. in 8°. 1906, Bd. XIII, H. 2.

Schriften der phys.-oeconomischen Gesellschaft zu *Königsberg*, in 4°. 47-ter Jahrg. 1096.

Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. *Marburg*, in 8°. 1906, Bd. XIII.

Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in *Wien*, in 16°. Bd. XXXVII (1906—1907).

Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissensch. *Berlin*, in 8°. 1906, H. XXXIX—LIII; 1907, H. I—XXXVIII.

Sitzungsberichte des naturwiss. Vereins der Preuss. Rheinlande u. Westfallens. *Bonn*, 8°. 1906, Helfte 2.

Sitzungsberichte der Gesellsch. für Morphologie u. Physiologie. Bd. XXI (1905), Bd. XXII (1906), Bd. XXIII, H. 1.

Sitzungsberichte der K. Boehmischen Ges. der Wissenschaften in *Prag*, in 8°. 1906 Mathem-naturwiss. Classe.

Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften in *Marburg*, in 8°. 1903 Jahrg. (1904); 1906 Jahrg. (1907).

Sitzungsberichte des Deutschen Naturwiss.-medicin. Vereines für Böhmen «Lotos». *Prag*, 8°. Jahrg. 1903, N. F. Bd. XXIII.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe. *Wien*, in 8°. Bd. CXI, Abth. I, H. 10; Bd. CXII, Abth. I, H. 1—3; Abth. IIa, H. 1—6; Abth. IIb, H. 1—6; Bd. CXIII, Abth. I, H. 1—10; Abth. IIa, H. 1—10; Abth. IIb, H. 1—10; Abth. III, H. 1—10, Bd. CXIV; Abth. I, H. 1—10; Abth. IIa, H. 1—10; Abth. IIb, H. 1—10; Abth. III, H. 1—10, Bd. CXIV; Abth. I, H. 1—10; Abth. IIa, H. 1—10; Abth. IIb, H. 1—10; Abth. III, H. 1—10, Bd. CXV; Abth. I. H. 1—10; Abth IIa, 1—10; Abth. IIb, 1—10; Abth. III, 1—10.

Sitzungsberichte der K. bayerischen Akademie der Wissensch. *München*, in 8°. (1907), H. 2—3; 1906—1907, H. 1.

Sitzungsberichte der phys.-medic. Gesellschaft in *Würzburg*, in 8°. 1906, № 6—7; 1907, № 1—2.

Verhandlungen des botanischen Vereins für die Prov. Brandenburg und die angrenz. Länder. *Berlin*, in 8°. 1905, Bd. XLVII, H. 1—1; 1904, Bd. XLIV.

Verhandlungen des Naturforsch. Vereins in *Brünn*, in 8°. 1906, Bd. XLIV.

Verhandlungen des Naturwiss. Vereins zu *Hamburg-Altona*. 1907, 3-te Folge, Bd. XV, 1906.

Verhandlungen u. Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaft zu *Hermannstadt*, in 8°. Jahrg. 1906, Bd. LIVI; Jahrg. 1905, Bd. LIV.

Verhandlungen des Vereins der preuss. Rheinlande. *Bonn*, in 8°. 1907, Jahr. 63-ter, H. 2.

Verhandlungen des Naturhist.-Medic. Vereins zu Heidelberg. *Heidelberg*, 8°. N. F. Bd. VIII, H. 3, 4.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*, in 8°. 1906, № 11—18; 1907, № 5—10.

Verhandlungen der zoologisch-botan. Gesellschaft. *Wien*, in 8°. 1906, Bd. LVI, H. 8—10; 1907, Bd. LVIII, H. 1—7.

Verhandlungen der physik.-medicin. Gesellschaft in *Würzburg*, in 8°. XXXIX, № 1—2.

Verhandlungen der Ornithologischen Gesellschaft in Bayern. *München*. 8°. 1906, Bd. VI.

Veröffentlichungen des städtischen Museums für Völkerkunde zu *Leipzig*, folio. 1907, H. 1—2.

Viestnik Hrwatckoga Arkeologičkoga Drdžtwa. *Zagreb*, in 8°. Nov. Ser. Bd. IX, 1906—1907.

Вѣстникъ народнаго дома. *Львовъ*. 8°. T. XXV, № 1—11.

Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft. *Berlin*, in 8°. 1906, Bd. LVIII, H. 2—4; Bd. LIX, H. 1—3.

Zeitschrift (Berliner u. Deutsche) Entomologische. *Berlin*, in 8°, 1907, Bd. LI, H. 2—4.

Zeitschrift (Stettiner Entomologische) *Stettin*, 8°. 67-ter Jahrg. H. 2.

Zeitschrift für Entomologie, herausg. vom Verein für schlesische Insectenkunde zu *Breslau*, in 8°. Neue Fol. H. 32.

Zeitschrift zu Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse in *Wien*, in 8°. 1901—1905, 1906.

Zeitschrift (Jenaische) für Medicin u. Naturwissenschaft. *Leipzig*, in 8°. 1907, Bd. XLII, H. 2, N. Fol.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. *Brünn*, in 8°. 1907, Bd. VIII, H. 1, 2.

Zeitschrift für Ornithologie u. practische Geflügelzucht. *Stettin*, in 8°. Jahrg. XXX, № 3—11; Jahrg. XXXI, № 1—6.

Zeitschrift des historischen Vereins für Steiermark. *Graz*. 1906, Jahrg. IV, № 1—4.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. *Halle*, in 8°.

Zeitschrift (Jenaische) für Naturwissenschaften. *Jena*, 8°. 1906, N. Fol. Bd. XXXI, H. 3, 4; Bd. XXXIII, H. 3; Bd. XXXIV, H. 4; Bd. XXXV, H. 1, 3; XXXVI, H. 1.

Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. *Berlin*, in 8°. 1906, № 10; 1907, № 1—9.

Zeitung (Wiener Entomologische). *Wien*, 8°. Jahr. XX, H. 4; Jahrg. XXV, H. 5—9; Jahrg. XXVI, H.

VI. Journaux italiens.

Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali in *Catania*, in 4°. 1906, Ser. 4, Vol. XIX.

Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali. *Milano*, in 8°. Vol. XLV, Fasc. 3, 4; Vol. XLVI, Fasc. 1.

Atti della Fondazione Cientifica Cagnola. *Milano*, in 8°. An. 1905, Vol. XX (1906).

Atti dell'Accademia delle Scienze fisiche et matematiche. *Napoli*, in 4°.

Atti e Memorie dell'Acad. d'Agricult., Scienze et Lettere di Verona. *Verona*. 8°. Ser. 4, Vol. V, Fasc. 2, Append. al Vol. V, VI fasc. unvel.

Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali di *Pisa*, in 8°. 1906—1907, Vol. XVI, Proc.-Verb. Vol. XVI, № 2—5; Mem. Vol. XXII (1906).

Atti della R. Accademia dei Lincei. *Roma*, in 4°. 1906, Vol. XV, 2 Sem., № 11—12; 1906, Vol. XVI, 1 Sem., № 1—12; 2 Sem., № 1—11. Rendiconti dell'Adun. solenne del 2 Giugno, 1907, Vol. II.

Atti della I. R. Accademia di Scienze, Lettere et Arti degli Agiati in Rovereto. *Rovereto*, in 8°. 1906, Ser. 3, Vol. XII, Fasc. 3, 4; Vol. XIII, Fasc. 1, 2 (1907).

Atti della R. Accademia di Scienze di *Torino*, in 8°. 1906, Vol. XLI, Disp. 7—15; Vol. XLII Dis. 1—6.

Atti della Societa Veneto-Trentina di Scienze Naturali. *Padova*, in 8°. N. Ser. An. III, Fasc. 1, 2.

Annario del Museo Zoologici della R. Universita di Napoli. *Napoli*, 4°. 1905, Vol. II, № 1—16.

Annali del Museo Civico di Storia Naturalia in Genova. *Genova*, in 8°.

Bolletino della Societa Zoologica Italiana, in 8°. An. 1907, Ser. 2, Vol. VIII, Fasc. 1—3.

Bolletino mensile della Accademia Gioenia in *Catania*, in 8°. 1907, Fasc. XCII.

Bolletino della Societa Geografica Italiana. *Firenze*, 8°. 1906, Ser. 4, Vol. VII, № 1—12; Vol. VIII, № 9.

Bolletino della Societa Entomologica Italiana. *Firenze*, in 8°. An. 38, Trim. 1—2.

Bolletino delle publicazioni italiane (Bibl. Naz. Centrale di *Firenze*), in 8°. 1907, № 72—81, 83.

Bolletino delle Sedute della Accademia Gioenira. *Catania*, 8°. N. Ser. 1907, Fasc. XCIII.

Bolletino della Societa di Naturalisti di Napoli. *Napoli*, in 8°. Ser. 1, Vol. XX.

Bolletino della Societa Africana d'Italia. *Napoli*, in 8°. 1906, An. XXV, Fasc. 12; Ann. XXVI, Fasc. 1—9.

Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia. *Roma*, in 8°. Ser. 4, Ann. 1906, Vol. VII, Trim. 2, № 3—4; Ann, VIII, Trim. 1, № 1—2; Trim. 2, № 3.

Bolletino dei Musei di Zoologia ad Anat. comparata della R. Universita di *Torino*, in 8°. 1906, Vol. XXI, № 520—545.

Bolletino Meteorologico e Gerdinamico, in 8°. 1908, № 6—7.

Bolletino dell'Osservatorio del Collegio alla Querce. *Firenze*, 8°. 1905, № 1—4.

Bolletino della Società Botanica Italiana. *Firenze*, in 8°. 1906, № 7—9; 1907, № 1—6.

Bolletino bibliografico della botanica Italiana. *Firenze*, in 8°. Ann. 4, 1906 (1907), Sem. 2.

Bolletino della Societa Zoologica Italiana. *Roma*, in 8°. Ser. 2, 1906, Vol. VII, Fasc. 4—9.

Bolletino bimensuale publicato per cura del Comitato Direttivo. *Torino*, in 8°. Serie 3, Vol. XXV, № 11—12; Vol. XXVI, № 1—7.

Commentari dell Ateneo di *Brescia*, in 8°. Ann. 1906.

Gazetta Chimica Italiana. *Roma*, in 8°. 1907, Ann. XXXVII, Fasc. 1—5.

Giornale (Nuovo) Botanico Italiano. *Firenze-Pisa*, in 8°. 1907, Vol. XIV, № 1—3; Append. Fasc. 4, 5.

Giornale di Enthomologia «Redia». *Figenze*, in 8°. 1906, Vol. III, Fasc. 1—2; Vol. IV, Fasc. 1.

Memoire dell'Accademia di Scienze del Instituto di *Bologna*, 4°. Ser. 6, T. II (1905), T. III (1906).

Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti. *Milano*, in 4°. 1906, Vol. XX, Fasc. 7—8.

Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in *Modena*, in 4°. 1906, Serie 3, Vol. VI.

Memorie di Matematica e di Fisica della Societa Italiana delle Scienze. *Napoli*, in 4°. Ser. 3, T. XIV.

Memorie della Societa dei spettroscopisti Italiani. *Palermo-Roma*, in 4°. 1906, Vol. XXXV; Vol. XXXVI, Des. 1—11.

Memorie della R. Accademia di Scienze di *Torino*, in 4°. 1906, Ser. 2, T. LVI.

Naturalista, il siciliano. *Palermo*, in 8°. 1906, Ann. XIX, № 3—12.

Notarisia (la Nuova), *Padovo*, in 8°. Serie 8, 1907, Aprile—Ottobre.

Osservazioni Meteorologiche all Osservatorio della Universita di *Torino*, in 8°. Ann. 1905 (1906).

Publicazioni dell'Osservatorio del Collegio alla Querce. *Firenze*, in 4°. Ser. 4, № 8. Diagrammi del pendoli orizzontali, № 7—10.

Publicazioni de R. Osservatorio di Brera in *Milano*. in 4°. № XLIII (1907).

Rendiconti della R. Accad. delle Scienze di Bologna. *Bologna*, in 8°. N. Ser. Vol. IX (1904—1905); Vol. X (1905—1906).

Rendiconti dell'Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. *Napoli*, in 4°. 1906, Ser. 3, Vol. XII, Fasc. 5—12; Vol. XIII, Fasc. 1, 2.

Rendiconti dell R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere. *Milano*, 8°. Serie 2, Vol. XXXIX, Fasc. 1—20 (1906).

Revista Geografica Italiana. *Firenze*, 8°. Ann. XIII, Fasc. 10; Ann. XIV, Fasc. 1—9.

Rosario (il) e la Nuova Pompei. *Pompei*, 8°. Ann. XXIII, Quad. 10—12. Ann. XXIV, Quad. 1—10.

VII. Journaux espagnols, portugais, roumains, japonais etc.

Anales de la Sociedad Cientifica Argentina. *Buenos-Aires*, in 8°. 1906, T. LXII, Entrega 2—6; 1907, Vol. LXIII, Entrega 1—6.

Anales de l'Universidad Central de Venezuela. *Caracas*, 8°. T. VII, № 3.

Anales del Museo Nacional de *Buenos-Aires*, fol. 1906, Ser. 3, T. VI, VIII.

Annales scientifiques de l'Université de Jassy. *Jassy*, 8°. 1907, T. IV, Fasc. 2—4.

Anales de la Sociedad Española de Historia Natural. *Madrid*, in 8°. 1906, T. VI, № 1—3, 8, 10.

Anales del Museo Nacional de Montevideo. *Montevideo*, 8°. 1906, Vol. VI, Entrega 1, 2.

Anales de la Facultad de Ciencias de Zaragoza, in 8°. 1907, Ann. I, № 1, 2.

Anales del Museo de la Plata. *La Plata*, folio. Seccion Paleont V.

Annales de l'Institut Météorologique de Roumanie. *Bucuresci*, in 4°. T. XVIII, Ann. 1902.

Annales Scientificos da Academia Polytechnica do Porto. *Coimbra*, 8°. Vol. II, № 1—3.

Annotationes Zoologicae. *Tokyo*, 8°. 1907, Vol. VI, p. 2.

Annuario publicado pelo Imp. Observatorio do *Rio-de-Janeiro*, in 36°. 1907, An. XXIII.

Annuario de la R. Academia de Ciencias exactes y naturales. *Madrid*, in 16°. 1907.

Boletim da Sociedade Broteriana. *Coimbra*, in 8°. 1906, Vol. XXII.

Boletim da Sociedade da Geographia de *Lisboa*, in 8°. 1906, № 9—12; 1907, № 1—8.

Boletin mensual Direcc. Gener. de Estad. de la Provincia de *Buenos-Aires*, in 4°. Ann. VII, № 77; Ann. VIII, № 78—82.

Boletim mensues do Observatorio Meteorologico da repartiçao dos telegraphos do Brazil. *Rio-de-Janeiro*, 8°. 1906, № 1—12.

Boletin del Sociedad geogr. de Lima. *Lima*, in 8°. Indice po materias y autores. m. I—XI, Ann. XV, Trim. 4 (1905).

Boletin de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. *Barcelona*. in 4°. 1907, Vol. II, № 9.

Boletin de la Real Sociedad Espan. de Hist. Natural. *Madrid*, in 8°. T. VII, № 4—5.

Bolletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Peru. *Lima*, in 8°. 1906, № 40—49, 51—52, 54.

Boletin de la Comision de Parasitologica Agricola. *Mexico*, in 8°. T. III, № 1; T. IV, № 1, Circulor Num. 58—63.

Boletin mensual del Observatorio Nacional Fisico-Climatologico. *Montevideo*, in 4°. 1906, Vol. V, Num. 44, 45, 49, 50.

Boletin mensual del Observat. Meteorologico-Magnetico Central de *Mexico*, in 4°. 1902. Diciembre 1903, I—IV, IX; 1904, VII—VIII.

Boletin de la Secretaria de Fomento de la Rep. Mexicana. *Mexico*, in 8°.

Bulletin de la Société Khédiviale de Géographie. *Le Caire*, in 8°. Ser. 6, № 11, 12 (1906).

Bulletin de la Société Portug. des Sciences Naturelles. *Lisbonne*, in 8°. Vol. I, Fasc. 1, 2.

Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de *Jassy*, in 8°. 1906, Vol. XX, № 12; 1907, Vol. XXI, № 1—8.

Boletin de la Sociedad Aragonesa de Ciencias Naturales. *Zaragoza*, in 8°. 1906, T. V, № 10; 1907, T. VI, № 1—4.

„Broteria". *Berlin*, 8°. Vol. VI, p. 2.

Communicaçanês da Commissaô dos Trabalhos Geologicos de Portugal. *Lisboa*, in 8°. 1906—1907, T. VI, Fasc. 2; T. VII, Fasc. 1.

Circular de la Secretoria di Fomento. Comission de Parasitologia Argicola. № 55—56.

Journal of the College of Sciences, Imper. Univers. Japan. *Tokyo*, 1906, Vol. XXI, Art. 2—7, 9—11; Vol. XXII; Vol. XXIII, Art. 1.

Memorias de la Real Acad. de Ciencias y Artes de *Barcelona*, in 4°. 1907, Vol. V, № 1—21.

Memorias de la Comision del Mapa Geologica de Espana. *Madrid*, 8°. T. VI, 1907.

Memorias de la R. Soc. Española de Historie Natural. *Madrid*, in 8°. T. IV, 1-o, 5-a.

Memorias de la R. Academia de Ciencias exactas, fisicas y natur. de *Madrid*, in 8°. T. XXV.

Memorias y Revista de la Sociedad Cientifica «Antonio Alzate». *Mexico*, in 8°. T. XXII, № 9—12; T. XXIII, № 5—12; T. XXIV, № 1—9.

Mittheilungen aus der Medicinischen Facultät der K. Japan. Universität zu Tokyo. *Tokyo*. 4°. Bd. VII, № 1—2.

Revista de los progresos de los ciencias exactas, fisicas y naturales. *Madrid*, in 8°. 1906, T. V, № 1—3.

Revista de la Real Acad. de ciencias. *Madrid*, in 8°. Vol. V, № 2—7, 7—12.

Revista del Museo de *La Plata*, in 8°. 1904, T. XI.

Revista Universitaria. *Lima*, in 4°. 1906, Vol. I, № 7—10; Vol. II, № 4, 5.

VIII. Journaux belges.

Annales de la Société Entomolog. de Belgique. *Bruxelles*, 8°. 1906, T. V.

Annales de la Société Belge de Microscopie. *Bruxelles*, in 8°. 1906, T. XXVII, Fasc. 2; T. XXVIII, Fasc. 1.

Annales de l'Observatoire Royal de *Bruxelles*, in 4°. 1906, T. IX, Fasc. 2, 3.

Annales du cercle Hutois des Sciences et Beaux-Arts. *Huy*, in 8°.

Annales de la Société Géologique de Belgique. *Liège*, in 8°. 1906, T. XXX, livr. 3.

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. *Bruxelles*, in 16°. 1907.

Annuaire Astronomique. *Bruxelles*, in 16°. Ann. 1907, XXXIII, liv. 3, T. XXXIV, liv. 3.

Archives trimestrielles de l'Institut Grand-Ducal du Luxembourg. *Luxembourg*, 4°. 1906, Fasc. 3, 4.

Bulletin de l'Académie d'Archéologie de Belgique. *Anvers*, in 8°. 1906, Fasc. 3—4.

Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique. *Bruxelles*, in 8°. 1907, № 2—12.

Bulletin de la Société Royale Botanique de Belgiq e. *Bruxelles*. in 8°. 1904—1905, Vol. XLII, Fasc. 3.

Bulletin de la Société Belge de Géologie. *Bruxelles*, in 8°. 1907, An. XX, Fasc. 3—5; An. XXI, Fasc. 1, Procés Verb. 1907, XXI, 1—4.

Cellule, La. Recueil de cytologie et d'histologie générale. *Louvain, Gand, Lièvre*, in 8°. 1906, T. XXIII, Fasc. 1, 2; T. XXIV, Fasc. 1.

Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. *Bruxelles*, in 8°. Ser. 2, Vol. I, Fasc. 4—8.

Mémoires de la Société Entomologique de Belgique. *Bruxelles*. 8°. 1906, T. XIV.

Mémoires de la Société Royale des Sciences de *Liège*, in 8°. Ser. 3, T. VI.

Mémoires du Musée R. d'Histoire Naturel. de Belgique. *Bruxelles*, in 4°. Ann. 1904, T. III.

Revue de l'Université de Bruxelles. *Bruxelles*, in 8°. 1906—1907, Ann. XII, № 1—9.

IX. Journaux suisses.

Annalen der Schweiz. Meteorologischen Central-Anstalt. *Zürich*, in 4°. Jahrg. 42, 1905.

Bulletin de l'Institut Genévois. *Genève*, in 4°. T. XXXVII.

Bulletin des Séances de la Société Vaudoise des Sc. Naturelles. *Lausanne*, in 8°. 1906, Vol. XLII, № 156—159.

Bulletin des travaux de la Société Murithienne du *Sion*, in 8°. Ann. 1905—1906, Fasc. 34.

Compte rendu des travaux présentés aux sessions de la Société helvétique des sciences naturelles. *Genève*, in 8°. 1904, 1905, 1906.

Denkschriften, neue, der allgemeinen Shweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften (Nouveaux Mém. de la Société Helvétique des sciences naturelles). *Basel*, in 4°. 1906, Bd. XL, 1907, Bd. XLI.

Jahrbuch der St.-Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. in 8°. Vereinsjahr 1901—1902 und 1907.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft zu Bern. *Bern*, in 8°. 1905—1906, Bd. XX.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. *Chur.*, 8°. 1906, Bd. XLVIII, XLIX.

Jahrschrift (Viertel) der naturforsch. Gesellsch. in Zürich. *Zürich*, 8°. Jahrg. 48 (1903), Jahrg. 50 (1905), Jahr. 51 (1906).

Mittheilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. *Schaffhausen*, in 8°. 1906, Vol. XI, H. 5—6.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in *Zürich*, in 8°. 1906, № 10.

Mittheilungen der Physikalischen Gesellschaft. *Zürich*, 8°. 1907, № 11—12.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire nat. de *Genève*, in 4°. Vol. XXXV, Fasc. 3.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in *Basel*, in 8°. 1907, Bd. XIX, H. 1—2.

Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. in 8°. Jahresversammlung 89.

Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in *Zürich*, in 8° Jahrg. 51, H. 2—4; Jahrg. 52, H. 1, 2.

X. Journaux russes.

Архивъ біологическихъ наукъ. *Спб.*, in 4°. 1906, т. XII, № 4, 5; 1907, т. XIII, № 1—3.

Актъ годичный въ Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 8°. 1906.

Вѣстникъ Рыбопромышленности. *Спб.*, in 8°. 1906, № 11, 12. 1907, № 2—3, 6—11.

Горнозаводчикъ и фабрикантъ. *Спб.*, in 4°. Т. I, № 1.

Дневникъ отдѣла ихтіологіи Имп. Русск. Общ. Акклиматизаціи животныхъ и растеній. *Москва*, in 8°. Кн. 2, вып. 7 (1906).

Ежегодникъ по Минералогіи и Геологіи Россіи. *Ново-Александрія*, in 4°. 1906, т. VIII, вып. 8—9; т. IX, вып. 1—3, 4—6.

Ежегодникъ Зоологическаго Музея Имп. Академіи Наукъ. *Спб.*, in 4°. Т. X, № 3, 4; т. XI, т. XII, № 1, 2. Приложеніе къ т. XI.

Журналъ Мин. Народнаго Просвѣщенія. *Спб.*, in 8°. Нов. сер., ч. VII, № 1—12.

Журналъ (Лѣсной). *Спб.*, in 8°. 1906, годъ XXXVI, № 9, 10; годъ XXXVII, № 1—8.

Журналъ Русскаго Физико-Химическаго Общества. *Спб.*, in 8°. 1906, т. XXXVIII, вып. 7, 8; т. XIX, 1—8.

Журналъ (Горный). *Спб.*, in 8°. 1906, № 11, 12.

Журналъ (ботаническій). *Спб.*, in 8°. 1906, № 4, 5; 1907, № 1—3.

Записки Ново-Александрійскаго Института Сельскаго Хоз. и Лѣсоводства. *Варшава*, in 8°. Т. XVIII, кн. 2—3; т. XIX, кн. 1.

Записки Уральскаго Общ. Любит. Естествознанія. *Екатеринб.*, in 4° и in 8°. Т. XXVI.

Записки (Ученыя) Имп. Казанскаго Университета. *Казань*, in 8°. 1906, годъ LXXIII, кн. 11, 12, приложеніе къ № 12; годъ LXXIV, № 1—12, приложеніе къ 1, 6, 7 кн.

Записки (Ученыя) Московскаго Университета. *Москва*, in 8°. 1907, вып. 23.

Записки Кіевскаго Общества Естествоиспытателей. *Кіевъ*, in 8°. 1906, т. XX, вып. 2.

Записки Русскаго Бальнеологическаго Общества въ Пятигорскѣ. *Пятигорскъ*, in 8°. Т. IX, № 1, 2.

Записки Имп. Общества Сельск. Хозяйства Южной Россіи. *Одесса*, in 8°. 1906, № 9—12.

Записки Новороссійскаго Общ. Естествоиспытателей. *Одесса*, in 8°. т. XXX.

Записки Военно-Топографическаго отд. Главнаго Штаба. *Спб.*, in 4°. Ч. LXII, отд. 1, 2.

Записки Имп. С.-Петербургскаго Минералогическаго Общества. *Спб.*, in 8°. 2 сер. 1906, т. XLIV, вып. 1, 2.

Записки Кавказскаго отд. Имп. Р. Географическаго Общ. *Тифлисъ*, in 8°. 1907, кн. XXVI, вып. 1—3.

Записки Крымско-Кавказскаго Горнаго Клуба. *Одесса*, in 8°. 1906, № 9—12; 1907, № 1—3.

Записки Имп. Русскаго Географич. Общ. Отдѣлъ Статистики. *Спб.*, in 8°.

Записки Красноярскаго подотдѣла Восточно-Сибирскаго Отдѣла Имп. Русск. Геогр. Общ. *Томскъ*, in 8°. Т. I, вып. 1, 2.

Записки (Ученыя) Имп. Юрьевскаго Университета. *Юрьевъ*, in 8°. Т. XIV, № 4, Т. XIV, № 1—8.

Записки Академіи Наукъ. *Спб.*, in 8°. Т. XIX, № 1—3, 5, 7—8, 10—11; т. XX, № 1.

Записки Семипалатинскаго Подотдѣла Имп. Руск. Имп. Географ. Общ. *Симипалатинскъ*, in 4° Вып. 3, 1907.

Извѣстія постоянной Сейсмической комиссіи. *Спб.*, in 4°. Т. II, вып. 3.

Извѣстія Общ. для изслѣдованія природы Орловской губ. *Орелъ*, in 8°. 1907, вып. 1.

Извѣстія (Варшавскія Университетскія). *Варшава*, in 8°. 1906, V—VI, 1907, I—II.

Извѣстія Кавказской Шелководной Станціи. *Тифлисъ*, in 8°. Т. VII, вып. 5—8, 12.

Извѣстія (Кіевскія Университетскія). *Кіевъ*. in 8°. 1906, № 10—12; 1907, № 1—9.

Извѣстія Кіевскаго Политехническаго Института Имени Имп. Александра II. *Кіевъ*, in 8°. 1906 г., кн. 2—4; 1907 г., кн. 1.

Извѣстія Петровской Земледѣльческой и Лѣсной Академіи. *Москва*, in 8°. 1906, т. XII, кн. 4; т. XIII, кн. 1—3.

Извѣстія Имп. Общ. Любителей Естествознанія. *Москва*, in 4°. 1907, т. XCVIII, т. CXIII, вып. 2.

Извѣстія Томскаго Техническаго Института Имп. Николая II. *Томскъ*, in 8°. Т. IV, кн. 1, 3—4; т. V, кн. 2.

Извѣстія Имп. Русскаго Географическаго Общества. *Спб.*, in 8°. 1906, т. XLII, вып. 2, 3.

Извѣстія Туркестанскаго Отдѣла Имп. Русск. Географич. Общ. Т. IV, 1907.

Извѣстія Кавказскаго отд. И. Р. Географическаго Общ. *Тифлисъ*, in 8°. 1906, т. XVIII, т. XIX, № 1, 2.

Извѣстія Кавказскаго Музея. *Тифлисъ*, 8°. Т. II, вып. 2—4.

Извѣстія Имп. С.-Петерб. Ботаническаго сада. *Спб.*, in 8°. Т. VI, вып. 5—6, приложеніе къ VI т.; т. VIII, вып. 1—3.

Извѣстія Физико-Математическаго Общества. *Казань*, in 8°. Т. XV, № 3, 4.

Извѣстія Имп. Лѣсного Института. *Спб.*, in 8°. Вып. 15 и 16, приложеніе къ 15 вып.

Книжка (Памятная) Константиновскаго Межевого Инст. *Москва*, in 8°. 1905—1906 гг.

Лѣтописи Главной Физической Обсерваторіи. *Спб.* in 4°. 1904, ч. II, вып. 2; приложеніе къ 1903 г.

Матеріалы по Археологіи Кавказа. *Москва,* in 8°. 1907, вып. XII.

Наблюденія (Метеорологическія), произведенныя на станціи Института Сельскаго Хозяйства и Лѣсоводства въ Ново-Александріи. *Спб.*, in 8°. 1906, съ апрѣля по сентябрь включительно.

Наблюденія Метеорологической Обсерваторіи Импер. Юрьевскаго Университета. *Юрьевъ*, 1905, ноябрь 1906.

Отчеты о состояніи и дѣйствіяхъ Имп. Московскаго Университета. *Москва.* in 8°. За 1906, 1907, ч. 1.

Отчетъ Румянцовскаго Музея. *Москва*, in 8°. За 1906.

Отчетъ о состояніи и дѣятельности Импер. С.-Петерб. Ботанич. сада. *Спб.*, in 8°. За 1906.

Отчетъ о состояніи Вятской губернской публичной библіотеки имени Имп. Николая II. *Вятка*, за 1906.

Отчетъ по Минусинскому Городскому Мартьяновскому Музею. *Минусинскъ*, in 8°. 1905.

Отчетъ Одесской Городской Публичной библіотеки. *Одесса*, in 8°. 1906 г.

Отчетъ о дѣятельности губернскаго Энтомолога Таврическаго земства. *Симферополь*. in 8°. Г. XIV, 1906.

Отчетъ по Естественно-Историческому Музею Таврическаго губернскаго земства. *Симферополь*, in 8°. Годъ VII, 1906.

Отчетъ и рѣчи, читанныя въ годичномъ собраніи Московскаго Сельскохозяйственнаго Института. *Москва*, in 8°. 1906.

Отчеты Николаевской Главной Астрономической Обсерваторіи. *Спб.*, in 8°. 1906—1907.

Отчетъ о дѣятельности Волжской біологической станціи. *Саратовъ*, in 8°. 1906.

Отчетъ Харьковской Общественной библіотеки за 20 лѣтъ ея существованія. *Харьковъ*, in 8°. 1906.

Отчеты Воронежской Публичной Библіотеки. *Воронежъ*. 1906.

Отчетъ (годовой) Кружка любителей естествознанія, сельскаго хозяйства и лѣсоводства при Ново-Александр. Институтѣ. *Спб.*, in 8. За 1905 г.

Почвовѣдѣніе *Спб.*, in 4°. 1904, № 1—4; 1905, № 1—4; 1906, № 1—4; 1907, № 1—3.

Протоколы Общ. Естествоисп. при Имп. Юрьевскомъ Университетѣ. *Юрьевъ*, in 4°. 1907, т. XV, 3, 4; т. XVI, вып. 1.

Протоколы засѣданій Имп. Виленскаго Медиц. Общ. *Вильна*, in 8°. Годъ С., № 8—11; годъ CI, № 1.

Протоколы засѣданій Имп. Кавказскаго Медицинскаго Общества. *Тифлисъ*, in 8°. 1906, № 6.

Протоколы засѣданій и труды Общ. Естествоисп. при Имп. Варшавскомъ Университетѣ. *Варшава*, 8°. Годъ IX, XII, XIII, XIV, XV.

Сборникъ (Математическій). *Москва*, in 8°. Т. XXVI, № 1, 2.

Сборникъ (Медицинскій) изд. Кавказскимъ Медиц. Общ. *Тифлисъ*, in 8°. 1907, годъ XLII, № 68—69.

Сборникъ (Алтайскій). *Барнаулъ*, in 8°. Т. VI, VII.

Сообщенія и протоколы засѣданій Харьковскаго Математическаго Общества. *Харьковъ*, in 8°. Т. IX, № 6; т. X, № 1, 2.

Труды Общ. Одесскихъ Врачей. *Одесса*, in 8°. 1906, вып. 1—3.

Труды Физіологическаго Института при Московск. Универс. *Москва*, in 8°. Т. I, вып. II; т. V, 6, 8—10.

Труды Имп. Моск. Археол. Общ. *Москва*, folio, т. XXI, вып. 2.

Труды Славянской Комиссіи Имп. Моск. Археол. Общ. (Древностей). *Москва*, folio, т. IV, вып. 1.

Труды Комиссіи по сохраненію древнихъ памятниковъ Имп. Моск. Археол. Общества. *Москва*, folio. Т. I, 1907.

Труды Имп. Вольнаго Экономическаго Общества. *Спб.*, in 8°. 1906, т. II, № 4—6; 1907, т. III, № 1—3.

Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. *Спб.*, in 8°. Т. XXXIV, вып. 5; т. XXXVI, вып. 2, 4; т. XXXVIII, вып. 1. Ботанич. журналъ, т. XXXV, вып. 3; протоколы засѣданій, т. XXXVI, вып. 7—8; т. XXXVII, № 1, 4; т. XXXVIII, № 1.

Труды Ботаническаго Музея Импер. Академіи Наукъ. *Спб.*, 1907, вып. 3.

Труды Имп. С.-Петербургскаго Ботаническаго Сада. *Спб.*, in 8°. Т. XXV, вып. 2; т. XXVII, вып. 1.

Труды Геологическаго Комитета. *Спб.*, in 4°. Нов. сер., вып. 21, 23, 26, 29.

Труды геологической части Кабинета Его Имп. Величества. *Спб.*, in 8°. т. VI, вып. 2.

Труды Общества Русскихъ врачей въ С.-Петербургѣ. *Спб.*, in 8°.

Труды и протоколы Имп. Кавказскаго Медицинскаго Общ. *Тифлисъ*, in 8°. Т. XLIV, май—сентябрь, 1907.

Труды XIII Археолог. Съѣзда въ г. Екатеринославѣ. *Москва*, folio, т. I, 1905.

Труды Общ. физико-химическихъ наукъ. *Харьковъ*, in 8°. Т. XXXII, XXXIII, XXXV, вып. 19.

Труды Общ. Дѣтскихъ Врачей. *Москва*, 8°. Годъ XIII.

Труды Владимірскаго Общ. Естествоисп. *Владиміръ*, in 8°. Т. II, вып. 1.

Труды Троицко-Кяхтинскаго подотдѣла Пріамурск. Отдѣлен. Имп. Русск. Геогр. Общ. *Спб.*, in 8°. Т. VIII, вып. 1—3.

Труды Комитета Шелководства Имп. Моск. Общ. сельск. хоз. *Москва*, in 4°. Вып. VIII, 1907.

Указатель Русской Литературы по математикѣ, чист. и прикладнымъ ест. наукамъ, медицинѣ и ветеринаріи. *Кіевъ*, in 8. Сер. 2, т. V.

Acta Societatis pro fauna et flora Fennica. *Helsingfors*. XXX.

Bericht über die Ergebnisse der Beob. an den Regenstation d. Liv-, Est- u. Kurländischen Netzes. St. *Dorpat*, für das Jahr 1902.

Bulletin de la Commission Géologique de Finlande. *Helsingfors*, in 8°. № 17, 18, 20—23, 1907.

Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie Imp. des Sciences. *St.-Pétersbourg*, in 4°. T. XXIV, 1906.

Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences. *St.-Pétersbourg*, in 4°. 1907, № 1—17.

Correspondenzblatt des naturforschenden Vereins in Riga. *Riga*, in 8°. 1906, Bd. L; 1907, Bd. LI.

Fennia. Bulletin de la Société de Géographie de Finlande. *Helsingf.*, in 8°. № 22 (1904—1905).

Observations météorologiques publiées par la Société des sciences de Finlande. *Helsingfors*, in 4°. 1905—1906.

Observations publiées par l'Institut Météorologique Central de la Société des sciences de Finlande. *Helsingfors*, fol. Etat des glaces et des neiges en Finlande pendant l'hiver 1895—1906.

Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Univ. *Dorpat*. 8°. 1906, XV, H. 2.

Срезневскій, Б. И. О соотношеніи между погодою и преломленіемъ свѣтовыхъ лучей въ атмосферѣ. Юрьевъ, 1906.

— Поѣздка въ Инсбрукъ съ 19-го августа до 7-го сентября 1905 г. на международную конференцію директоровъ метеорологическихъ службъ. Спб., 1906.

— Объ испареніи съ поверхности человѣческаго тѣла и растеній. Спб., 8°, 1906.

— Рефракція какъ метеорологическій элементъ. Спб., 8°.

— Сборникъ трудовъ, исполненныхъ студентами при метеорологической обсерваторіи Имп. Юрьевск. Университета. Юрьевъ, 1906, 8°.

Ельчаниновъ, И. Н. I. Матеріалы для климатологіи Ярославской губ. II. Результаты наблюденій метеорологической обсерваторіи въ с. Половинкинѣ, Угличскаго уѣзда, за 1905 годъ. Ярославль, 1906, 8°.

Отчетъ о состояніи и дѣятельности Кутаисскаго Губернскаго Статист. Комитета за 1905 годъ. 8°.

Нарольскій, М. Акваріумъ и террариумъ. Эйхорнія (Eichhornia speciosa) на родинѣ и причиняемыя ею бѣдствія. Москва, 1904, 8°.

Золотницкій, Н. Ѳ. О фотографированіи рыбъ. Спб., 8°.

— Исторія акваріума и его научное и образовательное значеніе. Спб., 1903, 8°.

— Прѣсноводная медуза и наблюденія надъ ея жизнью въ акваріумѣ. 8°.

— Камбалы въ акваріумѣ. 8°.

Риппасъ, П. Б. Нѣкоторыя болѣзни черепахъ и пресмыкающихся и ихъ лѣченіе. Москва, 1906, 8°.

Статистика землевладѣнія 1905. Вып. 1. Московская губернія.

— Вып. 2. 1906. Саратовская губернія.

— Вып. 5. 1906. Воронежская губернія.

— Вып. 8. Вятская губернія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 9. Подольская губорнія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 10. Бессарабская губернія Спб., 1906, 4°.

— Вып. 11. Гродненская губернія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 20. Тамбовская губернія. Спб., 1906, 4°.

Обзоръ Кутаисской губ. за 1904. Кутаисъ, 1906, 4°.

Tikhomirow, W. Sur les inclusions intracellulaires de la feuille du Nerprun purgatif (Rhamnus cathartica L.). Paris, 1906, 4°.

Kalecsinszky, A. Die untersuchten Tone der Länder der Ungarischen Krone. Budapest, 1906, 8°.

Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. V. Copepoda, part XV et XVI. Bergen, 1906, 4°.

Museo Mineralogico Borromeo. Note illustrative publicate in occasione del 50° anniversario della fondazione della Sociitá Italiana di Scienze Naturali di Milano. Milano, 1906, 4°.

Arctowski, H. Projet d'une exploration systématique des régions polaires. Bruxelles, 1906, 8°.

Stieda, L. VII. Bericht ueber die Anatomische, Histologische und Embryologische Literatur Russlands. 1904—1906. Wiesbaden, 1906, 8°.

Hooker's Icones Plantarum. Vol. IX, P. I. London, 1906, 8°.

David G. Stead. Fishes of Australia. Sydney, 1906, 8°.

Каталогъ собранія древностей графа А. С. Уварова. Отд. IV—VI. Москва, 1907, 4°.

Статистика землевладѣнія 1905 г. Вып. 12. Симбирская губернія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 13. Могилевская губернія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 14. Екатеринославская губернія. Спб., 1906. 4°.

— Вып. 16. Херсонская губернія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 17. Вологодская губернія. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 18. Смоленская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 19. Минская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 23. Астраханская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 24. Орловская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 25. Олонецкая губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 29. Ковенская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 31. Псковская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 32. Тульская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 33. Харьковская губ. Спб., 1906, 4°

— Вып. 34. Виленская губ. Спб., 1906, 4°.

— Вып. 30. Костромская губ.

— Вып. 28. Самарская губ.

— Вып. 35. Тверская губ.

— Вып. 38. Новгородская губ.

— Вып. 39. Ярославская губ.

— Вып. 42. Таврическая губ.

Felt, E. P. New species of Cecidomyidae. Albany, 1907, 8°.

Henriksen, G. Sundry geological Problems. Christiania, 1906, 8°.

Яцимирскій, А. И. Григорій Цамблакъ, очеркъ его жизни, административной и книжной дѣятельности. Спб., 1904, in 8°.

Хлапонинъ, А. Геологическая карта Амурско-Приморскаго золотоноснаго района. Р. Селенджа. Описаніе листа I геологич. изслѣдованій въ золотоносныхъ областяхъ Сибири. Спб., 1906, in 8°.

Анертъ, Э. Э. Геологическая карта Зейскаго золотоноснаго района. Описаніе листа III—3. Тамъ же.

Козловъ, П. К. Монголія и Камъ. Труды экспедиціи Имп. Русск. Геогр. Общ. соверш. въ 1899—1901 г. Т. VIII, вып. посл. Спб., 1906, in 4°.

Липскій, В. И. Ботаническіе сады Мадрида, Лиссабона и Кью. Спб., 1906, in 8°.

Будринъ, П. Результаты опытовъ по примѣненію удобреній и изученію сѣвооборотовъ. Спб., 1907, in 8°.

Широкинъ, И. О. Фазы развитія ученія о раціональномъ кормленіи сельскохозяйственныхъ животныхъ. Спб. 1906, in 8°.

Трутковскій, В. К. Труды Московск. предварительнаго комитета по устройству XIV археологическаго съѣзда. Вып. 1. Москва, 1906, in 8°.

Сборникъ матеріаловъ по оцѣнкѣ земель Вятской губ. Т. I. Вятскій уѣздъ. Вып. V. Описаніе крестьянскаго хозяйства, ч. II.

Status des Naturfoscher-Vereins zu Riga. Riga, 1906, in 8°.

Die Ergebnisse der Triangulierungen des K. U. K. Militärgeographischen Institutes. Bd. IV. Wien, 1906, in 8°.

Verzeichniss der öffentlichen Vorlesungen an der K. K. Franz-Josephs-Universität zu Czernowitz in Sommersemester 1907. Czernowitz, in 8°.

Romer, F. Dr. Die Wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer „Valdivia“ 1898—1899. Jena, 1908, in 4°.

Die feierliche Inauguration des Rektor der K. K. Franz-Josephs-Universität in Czernowitz für d. J. 1906/7. Czernowitz, 1906, in 8°.

Madsen, V. Om Kalken ved Rejstrup pak Fyn. in 8°. Оттискъ изъ Geog. Förening. № 9.

Herdman, W. A. Report of the Governement of Ceylon of the Pear Oyster Fischeries of the Gulf of Manaar. Par V. London, 1906, in 4°.

Paulsen, A. Annales de l'Observatoire Magnétique de Copenhague. Variations du Champ Magnitique horizontal. Année 1892—1900. Copenhague in Fol. 1906.

Fischeries of New South Wales. (Report of Board for the Year 1905). Оттискъ изъ № 11 Report from Printing Committee.

Статистика землевладѣнія. Вып. 22. Пензенская губ.

— Вып. 27. Витебская губ.

Статистика земледѣлія. Вып. 36. Уфимская губ.

— Вып. 37. Курская губ.

— Вып. 43. Кіевская губ.

— Вып. 44. Курляндская губ.

— Вып. 45. Оренбургская губ.

— Вып. 47. Черниговская губ.

— Вып. 48. Полтавская губ.

— Вып. 49. Эстляндская губ.

— Вып. 50. Лифляндская губ.

Годовой отчетъ Геологическаго Музея Имени Имп. Петра Великаго Имп. Академіи наукъ за 1904 и 1905 г.

Граціановъ, В. Н. Краткій очеркъ Исторіи Императорскаго Русскаго Общества Акклиматизаціи животныхъ и растеній за 50 лѣтъ существованія 1857—1907 г. Москва, 1907, in 8°.

Литвиновъ, Д. Растенія Закаспійской области. Вып. II. 1907, Спб., 8°.

Internationaler Meteorologischer Kodex. Berlin, 1907, 4°.

Oeuvres complètes de J.-C. Galissard de Marignac. Hors-Série des Mémoirs de la Soc. Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. T. I—II. Genève, in 4°.

Catalogue Sommaire de la Collection de Géologie expérimentale du Museum d'Histoire naturelle. Paris, 1907, 8°.

Charles Mead. Peruvian Mumies 1907. New-York, 1907, in 8°.

Ilosvay Lajos. Berezetés a szerves chemiáhk. I. Szénhidrogének. Budapest, 1905, in 8°.

Szntorisz Frigyes. A Növényvilág az ember müvelödéstzörténeti tanulmányok. Budapest, 1905, in 8°.

Nuricsán József. Utmulató a Chemiai Kisérletezéshen. Budapest, 1906.

Zittel, Dr. Karl. Ueber wissenschaftliche Wahrheit. Rede in der öffentlichen Festsitzung der Akademie. München, 1902, 4°.

Herman, Otto. Recensio critica automatica of the Doctrine of Bird-Migration. Budapest, 1905, in 8°.

Бутинъ, М. Д. Минеральные источники Забайкалья. Москва, 1905.

Грумъ-Гржимайло, Г. Е. Описаніе путешествій въ Западный Китай. Т. III. Спб., 1907.

Сырейщиковъ, Д. П. Иллюстрированная флора Московской губерніи. Часть II. Москва, 1907.

Ошурковъ, В. А. Отчетъ о поѣздкѣ, совершенной лѣтомъ 1902 года въ Западные Саяны. Т. I, вып. 1. Спб., 1906.

Козловъ, П. К. Монголія и Камъ. Труды экспедиціи Имп. Р. Г. Общ., совершенной въ 1899—1901 гг. Т. III, вып. 1. Спб., 1907.

— Т. V. Спб. 1907.

Константиновская Обсерваторія изслѣдованія атмосферы. Извлеченіе изъ вып. II. Спб., 1907.

Черданцевъ, А. А. Косьвинскій и Талкіескій камни. Изъ Зап. Ур. Об. Л. Е. т. XXV.

Ганнотъ, С. Я. Барометрическія опредѣленія высотъ во время эскурсій А. А. Черданцева по Уралу 1906 г. Оттискъ т. XXV Зап. Уральскаго Общ. Л. Естеств.

Клеръ, О. Е. Матеріалы о флорѣ Уральскаго края. Оттискъ изъ XXVI т. Зап. Ур. Общ. Люб. Ест.

Кузнецовъ, Н. Опытъ изученія растительныхъ сообществъ въ окрестностяхъ гор. Киржачъ, Владимірской губ. Киржачъ, 1905 г.

— Физіологическія наблюденія надъ растеніями въ окрестностяхъ гор. Киржачъ, Влад. губ. Киржачъ, 1906 г.

— Изученія сообществъ сорной растительности. Оттискъ изъ Тр. Вл. Общ. Люб. Естеств.

— Изъ лѣтнихъ наблюденій 1904 г. надъ растительнымъ покровомъ въ окрестностяхъ гор. Киржачъ, Влад. губ. Оттискъ изъ журнала Естествознаніе и Географія, 1904, № 10.

— Къ вопросу о зарастаніи склоновъ. Оттискъ изъ трудовъ Ботанич. сада Имп. Юрьевскаго университета.

Златарски, Георги, Н. Сеноскиятъ катъ. Le Sénonien dans la Bulgarie Orientale, au Nord des Balkans et sa division en Emschérien et Aturien. Софія, 1907.

— Сенонскиятъ образувания въ источния и отчасти въ центальня Балканъ и на югѣ отъ тая-планина. Оттискъ изъ Периодически сисаные, кн. LXVI.

— Горне-Кредна Серия въ Центральна и Западна България на сѣверъ отъ Балканската Верша. Софія, 1905.

— Ценоманскиятъ катъ въ источния Балканъ. Оттискъ изъ „Трудове на Българското природоизпитательно Дружество". Кн. III.

Thurstom, Edgar. Ethnografic Notes in southern India. Madras, 1906.

Schuchert, Ch. The Russian Carboniferous and Permian compared with those of India and America. From the Am. Jour. of Sc. Vol. XXII, Aug. 1907.

Prince of Monaco. Meteorological Researches in the High Atmosphere. From the Scott. Geogr. May 1907.

Wieland, G. R. Gastroliths. From the Science, N. S. Vol. XXV.

Grecescu, Er. D. Plantes de la Macédoine. Bucarest, 1899.

Rajna Mochele, Prof. Esame di Una Sivella Difettosa e Metodo per Correggerne le Indicazioni. Bologna, 1906.

Pirazzoli e A. Masini. Osservazioni Meteorologiche dell' Annata 1905. Bologna, 1907.

Hepites, St. C. Meteorologia si Metrologia in România. Bucuresti, 1906.

— Starea udometrică si agricolă a Românieĭ. № 1. Bucuresti, 1904.

Buletinul Lunar al Observatiunilor Meteorologice dui Romunia. Anul. XIV, 1905. Bucuresti, 1906.

Résultats du Voyage du S. Y. Belgica en 1897—1898—1899.
Zoologie. Holothuries par Héronard.
„ Ostracoden „ Müller.
„ Medusen „ Otto Maas.
„ Insekten. Anvers, 1906.

Tower, W. L. An Investigation of evolution in Chrysomelid Beetles of the Genus Leptinotorsa. Waschington, 1906.

True, Fred. W. Remarks on the Type of the Fossil Cetacean Agorophius Pygmaeus. Washington, 1907.

Davenport, C. B. Inheritance in Poultry. Washington, 1907.

Michaelsen, W. Dr. Oligochaeten von Australien. Abh. aus dem Geb. der Naturwiss. herausgeg. von Naturwiss Ver. zu Hamburg, Bd. XIX, 1 Heft. Hamburg, 1907.

Wandolleck Ben. Dr. Einige neue u. weniger hekannte Batrachier von Brasilien. Abh. u. Ber. des K. Zool. u. Antrop. Ethnogr. Mus. zu Dresden. Bd. XI, 1907, № 1.

Schlaginhaufer, Dr. Otto. Die Körpermasse u. der äussere Habitus eines jungen weiblichen Schimpansen. Ibid. № 4. Leipzig, 1907.

Hollick, Ar. The Cretaceous Flora of Southern New-York and New-England. Washington, 1906.

The Record of the Celebration of the two hundredth Anniversary of the birth of Ben. Franklin. Philadelphia, 1906.

Hansford, Mac Curdy and W. E. Castle. Selection and Cross-breeding in Relation to the Inheritance of Coat-pigments und Coat-patterns in Kats and Guinea-pigs. Washington, 1907.

Waard C. de Ir. De Uitvinding der Verrekijkers S.-Gravenhage. 1906.

Maryland. Geological Survey. Pliocene and Pleistocene. Baltimore, 1907.

Reychler, Dr. A. Chemie fysikálná. Prag, 1906.

Počta, Dr. F. Rukověť. Palaeozoologie I—II Cast., 1904—5.

Chodounský. Prof. Dr. Karel. Nasturení a choroby z nastureni. Prag, 1906.

Bayer, Fr. Katalog Ceských fosilnich obratlovců. Prag, 1905.

Plzák. Elektrochemie. Prag, 1904.

Сырейщиковъ, Д. П. Иллюстрированная флора Московской губ. Часть II. Москва, 1907.

Do-Man. Catalogus der Nimismatische Verzameling. Middelburg, 1907.

Nederlandsche dierkundige Vereeniging. Catalogus der Bibliothek. Helder, 1907.

Bardy, H. De tuberkulösa form förträngningarnie. Helsingfors, 1906.

Ekström, F. W. Löftesmans regress. Helsingfors, 1907.

Törne. Ptolémée Gallio, Cardinal de Côme. Helsingfors, 1907.

Erich, R. Ueber Allianzen u. Allianzverhältnisse nach heutigem Völkerrecht. Helsingfors, 1907.

Eevert Laine. Piirteitä Snowen Vuoritoimen Historiasta. Helsingfors, 1907.

Biaudet, H. Le Saint siège et la Suède. Paris, 1906.

Thesleff, R. Studier i Aktiv spar bankspolitik. Helsingfors, 1907.

Chapelle, A. Bidrag till kännedomen om de S. K. primära akuta Streptokockperifoniterna. Helsingfors, 1907.

Högman. Rauman Kanpungin. Historia I. Helsingfors, 1907.

— Les prix Nobel en 1902. Supplément. Stockholm, 1907.

— Les prix Nobel en 1904.

Linnaniemi, W. Die Apterygotenfauna Finlands. I. Allgemeiner Teil. Helsingfors, 1907.

Furuhjelm, R. Sur la précision des déterminations Photogr. des Positions des Etoiles. Helsingfors, 1906.

Leiviska, J. Ueber die Oberflächenbildungen Mittel-Ostbottniens u. ihre Entstehung. Helsingfors, 1907.

Ricciardi, L. L'unità delle energie cosmiche. 1907, Napoli.

Biolley. Mollusques de l'isla del Coci, Costa Rica, 1907.

Павловъ, А. Геологическій очеркъ окрестностей Москвы. Пособіе для экскурсій. Москва, 1907.

Грацiановъ. Опытъ обзора рыбъ Россiйской имперiи. Москва, 1907.

Suring, R. Ergebnise der Gewitter-Beobachtungen in den Jahren 1901—1902. Berlin, 1907.

Хлапонинъ, А. Геологическая карта Амурско-Приморскаго золотоноснаго райна. Описанiе листа II. (Геол. изслѣд. въ золотоносн. област. Сибири.) Спб. 1907.

Анертъ, Э. Геологическая карта Зейскаго золотоноснаго района (листъ III—4). Спб. 1907.

Герасимовъ, А. Геологическая карта Ленскаго золотоноснаго района. Листъ III—6. Спб. 1907.

— Ленскiй золотоносный районъ. Вып. IV. Спб. 1907.

Списокъ населенныхъ мѣстъ Кутаисской губ. Изд. Кутаисск. Губер. Стат. комитета.

Обзоръ Тифлисской губ. за 1905 годъ. Приложенiе къ Всепод. отчету Тифлисской губ.

Обзоръ Кутаисской губ. за 1905 г. Кутаисъ, 1906.

Статистика Россiйской имперiи. Т. LXIV. Урожай за 1906 годъ. Спб. 1907.

Barvir, Lad. Prof. Dr. Heinrich. Betrachtungen über die Herkunft des Goldes bei Enle. Prag., 1906. 8°.

Thon, Dr. Karl. Monographie der Hydrachniden Böhmens. I Teil. Limnocharidae Kramer. Prag., 1906. 8°.

Klapálek, Prof. Fr. Die Hummeln Böhmens. Prag., 1905. 8°.

Domin, Dr Karl. Das Böhmische Erzgebirge und sein Vorland. Prag, 1905. 8°.

Pohl, Oskar. Basaltische Ergussgesteine vom Tepler Hochland. Prag, 1905. 8°.

Ruttner, Fr. Die Mikroflora der Praeger Wasserleitung. Prag, 1906. 8°.

Domin, Dr. Kazel. Rudohoři a pruch Podrudohorský. Prag, 1907. 8°.

Ruttner, Fr. Drobnohledná Květena Prazské Vodi Potrubni. Prag, 1907. 8°.

Bubák, Dr. Frant. Houby Ceské Dil I. Rery (Uredinales). Prag, 1906. 8°.

Novotný, Fr. Revise Nadmořských Výšek Trigonometrických bodu okoli Král. Hlav. Městaprahy. Prag, 1906. 8°.

Pfeffer, W. Untersuchungen über die Entstehung der Schlafbewegungen der Blattorgane. Leipzig, 1907. 8°.

Hayn. Selenographische Koordinaten. III Abhandlung. Leipzig, 1907. 8°.

Möbius, Willy. Zur Teorie des Regenbogens und ihrer experimentellen Prüfung. Leipzig, 1907. 8°.

Andrews, Charles William. A descriptive Catalogue of the tertiary Vertebrata of the Fayum, Egypt. London, 1906. 4°.

Catalogue of the Collection of Birds' Eggs in the British Museum. Vol. IV. London, 1905. 8°.

Kyrby. A synonymic Catalogue of Orthoptera. Vol. II. Orthoptera Saltatoria. Part. I. London, 1906. 8°.

Barrande. Système silurien du Centre de la Bohême. I Partie, Vol. IV. Prague, 1906, folio.

Goette, A. Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Geschlechtsindividuen der Hydropolypen. Leipzig, 1907. 8°.

Miklós, Jansco. Tanulmány a váltólór parasitáiról. Budapest. 1906. 8°.

Toula, Franz. Das Gebiss und Reste der Nasenbeine von Rhinoceros Hundscheimensis. Wien, 1906, folio.

Warnstorf. Friedman. Vegetationsskizze von Schreiberhan im Riesenebrige mit besonderer Berücksichtigung der Bryophyten. Berlin, 1907. 8°.

Pioneers of American Science. New-York, 1907. 8°.

Schuchert, Charles. Geology of the lower Amazon-Region. Chicago, 1906. 8°.

Cheeseman, T. F. Catalogue of the plants of New-Zealand. Wellington. 1906. 8°.

Ces. Tondini de Quarenghi. L'Italia e la Questione del Calendario al principio del XX Secolo. Firenze, 1908, 8°.

Il P. Cesare Tondini de'Quarengni Barnabita. 8°.

Commemorarione del P. Timoteo Bertelli Ba. Firenze, 1905. 8°.

Barnabita P. Raffaelle Martini. L'Arte di costruire i palloni di Carta. Firenze, 1906. 8°.

Grecescu, Dr. Dim. Plante Macedonice din Vilaieturile Monastir Si Salonic. Bucuresti, 1907. 4°.

— Plantale vascular ale Ceahlăului. Bucuresti, 1906. 4°.

North, J. Alfred. Nests and eggs of Birds found breeding in Australia and Tasmania. Vol. II, Part. II. Sydney. 1907. 4°.

Langelaan, Dr. I. W. On congenital Ataxia in a Cat. Amsterdam, 1907. 4°.

Swedenborg, Emanuel. Scientific Works. Vol. I. Stockholm. 1907.

Accessions-Catalog Sveriges Offentliga Bibliotek. 20, 1905. Stockholm, 1906—1907. 8°.

Stadgar för Kungl. Vetenskaps Societeten Upsala. Upsala, 1907.

Cinquantenaire de la Société Physique et Naturelle de Bordeaux. Bordeaux, 1906. 8°.

Pascale, Dott. G. Aneurisma popliteo diffuso consecutivo. Napoli. 1907. 8°.

El Servicio Meteorologico de la Republica Mexicana. Mexica, 1906.

Lloyd, G. G. Mycological Notes. № 1—23. 1898—1906.

— Index of the Mycological Writings. Vol. I. 1898—1905.

— Notes on the Amanitas of the S.-Appalay. Cincin, 1902.

— The Geastrae. Ibid. 1902.

— The Genera of Gastromycetes. Ibid. 1902.

— The Tylostomeae. Ibid. 1906.

— The Lycoperdaceae. 1905. Ibid.

Leyst, Prof. Dr. Ernst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1905. Moskau, 1905. 8°.

— Ueber Schätzung der Bewölkerunggrade. Ibid. 1906. 8°.

— Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1906, ibid. 1906. 8°.

— Luftelectrische Zerstreuung und Radioactivi tät in der Höhle Bin-Basch-Choba in der Krim. Moskau, 1906. 8°.

— Ueber das Erdbeben von St.-Francisco nach den Aufzeichnungen der Seismographen in Moskau. Moskau, 1906. 8°.

— Höfe um Sonne und Mond in Russland. Moskau, 1906. 8°.

Лейстъ, Э. Е. Наблюденія Метеорологической Обсерваторіи Импер. Московскаго Университета за 1904 г. Москва, 1907. 8°.

— Наблюденія Метеорологической Обсерваторіи Имп. Московскаго Университета за 1903 г. Москва, 1907. 8°.

Библіотека Пермскаго Научно-Промышленнаго Музея. Вып. 1. Пермь, 1907. 8°.

Пачоскій, Іосифъ. Матеріалы для флоры сѣверной части Таврической губерніи. Одесса, 1907. 8°.

Тржебинскій, Г. Микроорганизмы корнеѣда и измѣненія, вызываемыя ими въ свекловичныхъ росткахъ. Кіевъ, 1907. 8°.

— Корнеѣдъ свекловичныхъ всходовъ. Кіевъ, 1905. 8°.

— Вліяніе дезинфекціи свекловичныхъ клубочковъ и почвы на интенсивность корнеѣда. Кіевъ, 1905. 8°.

— Просяная головня и борьба съ ней. Кіевъ, 1906. 8°.

— Значеніе дезинфекціи свекловичныхъ клубочковъ въ борьбѣ съ корнеѣдомъ. Кіевъ, 1907. 8°.

Кавказская Шелководственная станція, ея устройство и дѣятельность съ 1887—1905 г. Часть I. Устройство станціи. Ч. II. Дѣятельность станціи. Тифлисъ, 1907. 8°.

Отчетъ о рекогносцировочныхъ изысканіяхъ желѣзнодорожной линіи Актюбинскъ—Тургай—Акмолинскъ—Семипалатинскъ. Спб., 1907, folio.

Lloyd, C. G. Letter, №№ 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9.

— Bulletin of the Lloyd Library. Reproduction ser. № 1—5. Pharmacy Ser. № 1. Mycological. Ser. № 1—3.

Geological Literature added to the Geol. Soc. Library during the Year ended December 1906.

Зайцевъ, А. М. Къ петрографіи горъ Монракъ, хребтовъ Тарбагатай, Сауръ и нѣкоторыхъ другихъ. Томскъ, 8°. 1907.

— I. Къ петрографіи Алтая. II. О нѣкоторыхъ породахъ р. Маны Енисейской губ. Томскъ, 8°. 1907.

— Геологическій очеркъ Крыма. 8°.

— Поѣздка на Ай-Петри и пребываніе на Пендикіалѣ. 4°.

— По верхнему и частью среднему Чарышу, его притокамъ и по р. Коксу, притоку Катуни. Томскъ, 8°.

— Рефераты. folio.

L'école d'Anthropologie de Paris (1876—1906). Paris, 1907. 8°.

Обзоръ Эстляндской губерніи за 1906 г. (приложеніе къ всеподданнѣйшему отчету). Ревель, 1907.

Отчетъ о дѣятельности состоящаго подъ Высочайшимъ его Императорскаго Величества покровительствомъ Московскаго мужского благотворительно-тюремнаго комитета за 1906 годъ. Москва, 1907. 8°.

André, Edmond. Species des Hyménoptères. T. X. Paris, 1907. 8°.

Les prix Nobel en 1905. Stockholm, 1907. 8°.

Hein, Walter. Zur Biologie der Forellenbrut. II u. III. München, 1907. 8°.

Albera Carlo. Riassunti delle Osservazioni Meteorologiche. Perugia, 1907. 8°.

Гипніусъ, К. Выставка акваріумовъ и террариумовъ и комнатныхъ растеній, съ 3 августа по 10 сентября 1907 г., въ саду К. К. Гипніуса. Москва, 1907. 8°.

Описательный каталогъ естественно-историческаго музея Нижегородскаго губернскаго земства. Вып. I. Отдѣлы геологическій и палеонтологическій. Н.-Новгородъ, 1907. 8°.

Стуковъ, Г. Очеркъ флоры Восточнаго Забайкалья. Чита, 8°. 1907.

Пачоскій, I. К. Обзоръ враговъ сельскаго хозяйства Херсонской губ. и отчетъ по естественно-историческому музею за 1906—1907 г. Херсонъ, 8°. 1907.

15711

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE
DES NATURALISTES
DE MOSCOU.

Publié
sous la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et de **A. Croneberg.**

ANNÉE 1908.

NOUVELLE SÉRIE. TOME XXII.

(Avec 9 planches.)

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société J. N. Kouchnéreff et C-ie.
Pimenowskaia, propre maison.
1910.

Table par ordre de matières.

Pages.

С. Г. Крапивинъ. О дѣйствіи галоидангидридовъ уксусной кислоты на ненасыщенные углеводороды въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія 1

S. Krapiwin. Ueber die Einwirkung der Essigsäurehaloidanhydride auf ungesättigte Kohlenwasserstoffe bei Gegenwart der Aluminiumhalogenide (Résumé) 172

J. Belogolowy. Zur Entwickelung der Kopfnerven der Vögel. Ein Beitrag zur Morphologie des Nervensystems der Wirbeltiere. Mit 9 Taf 177

Prof. Dr. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1908 538

Протоколы засѣданій Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1908 г. . . . . 1—64

Годичный отчетъ Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы за 1907—1908 г. . . . . 65—85

Livres offerts ou échangés durant l'année 1908 . . . . . 1—39

Приложенія къ протоколамъ.

В. А. Тихомировъ. Гликогенъ грибовъ и микоза во взаимныхъ отношеніяхъ къ микрохимической реакціи фенилгидразина 3

М. А. Ракузинъ. Дальнѣйшее развитіе вопроса о поляриметріи нефтей . 5

Г. В. Вульфъ. О внѣшнемъ видѣ кристалловъ и о нѣкоторыхъ свойствахъ пространственныхъ рѣшетокъ 13

Е. И. Карнѣева. Gentiana lutea L. Альпъ Савои 18

Pages.

М. А. Ракузинъ. О значеніи физическихъ методовъ изслѣдованія для ученія о генезисѣ нефтей 23

В. А. Тихомировъ и Е. И. Карнѣева. Къ біологіи Nostoc Pruniforme Agr. и Fucus serratus L. 32

Н. А. Умовъ. Эволюція міровоззрѣній въ связи съ ученіемъ Дарвина (сокращенное изложеніе) 35

М. А. Ракузинъ. О механическихъ факторахъ нефтеобразовательныхъ процессовъ 41

Д. М. Щербачевъ. Микроскопическое строеніе листьевъ Hydrastis canadensis L. и ихъ микрохимическія реакціи 44

М. Павлова. Памяти Альберта Годри 54

М. А. Боголѣповъ. Періодичность вулканическихъ явленій на землѣ . . 62

EXCHANGE
UNIVERSITY OF MINNESOTA
LIBRARY
DEC 28 1938

О дѣйствіи галоидангидридовъ уксусной кислоты на ненасыщенные углеводороды въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія.

С. Г. Крапивина,

приватъ-доцента Московскаго Университета.

Великій химикъ-мыслитель дѣлитъ всѣ принятыя въ химіи гипотезы на двѣ категоріи [1]): гипотезы вообще, дающія представленіе о дѣйствительномъ положеніи вещей, и гипотезы рабочія, не имѣющія важнаго значенія. Однако же, для правильной оцѣнки значенія той или другой гипотезы въ исторіи химической науки едва ли необходимо обращать вниманіе на то, въ какой степени данная гипотеза отвѣчаетъ „дѣйствительному положенію вещей". Понятіе о „дѣйствительномъ положеніи вещей" въ области химіи въ каждую эпоху складывалось подъ вліяніемъ цѣлаго ряда самыхъ разнообразныхъ факторовъ: оно не тольковъ значительной степени зависѣло отъ болѣе или менѣе детальной разработки гипотезъ, которыя касались фактовъ, не имѣющихъ даже прямого отношенія къ химіи, но зачастую отражало въ себѣ общее міросозерцаніе данной эпохи. Весьма часто открытіе новаго, раньше неизвѣстнаго фактора или же новой обширной категоріи явленій естественно вело за собой стремленіе перенести въ область химическаго изслѣдованія какъ вновь открытые факты, такъ и новыя попытки ихъ объясненія. Такимъ образомъ, напримѣръ, ученіе Ньютона о всемірномъ тяготѣніи и дѣйствіи на разстояніи отразилось на представленіяхъ о сущности и причинахъ химическаго сродства въ

[1]) Д. И. Менделѣевъ, Основы химіи; изд. 7-е, стр. 65 и 253.

теоріяхъ Бюффона, Бергманна, Венцеля и Бертолле, а наблюденія Дэви, Берцеліуса и Гизингера въ области дѣйствія гальваническаго тока на различныя тѣла, въ томъ числѣ соли, основанія и кислоты, вызвали къ жизни цѣлый рядъ постепенно развивающихся электрохимическихъ гипотезъ. Когда же приходилось сопоставлять подобное представленіе о „сущности самаго явленія“ или о „дѣйствительномъ положеніи вещей“ съ эмпирическими выводами изъ цѣлаго ряда фактовъ въ области химическихъ изслѣдованій, то сейчасъ же начиналась своего рода эволюція первоначальнаго представленія, и оно мало-по-малу уступало мѣсто новому, прочнѣе связанному съ вновь наблюденными фактами. Такимъ образомъ гипотеза этой категоріи позволяетъ разсматривать уже извѣстные факты съ опредѣленной точки зрѣнія и объяснять ихъ, хотя надо замѣтить, что подъ объясненіемъ явленія на самомъ дѣлѣ почти всегда подразумѣвается описаніе просто его съ употребленіемъ, правда въ скрытомъ видѣ, терминовъ и обозначеній, принятыхъ данной гипотезой. Что же касается новыхъ фактовъ, то по отношенію къ нимъ гипотеза въ большинствѣ случаевъ является только болѣе или менѣе смѣлой экстраполяціей, такъ какъ совпаденіе ожидаемыхъ фактовъ съ наблюдаемыми въ дѣйствительности можетъ быть совершенно случайнымъ [1]). Въ концѣ-концовъ такая гипотеза можетъ совершенно оказаться забытой и только оставить по себѣ рядъ терминовъ и обозначеній, которые часто сохраняются въ теченіе очень долгаго времени, хотя ихъ первоначальное значеніе часто противорѣчитъ дѣйствительно наблюдаемымъ фактамъ: какъ это ни странно, но мы до сихъ поръ употребляемъ слово „сродство“ для обозначенія причины химическихъ взаимодѣйствій или же сплошь и рядомъ говоримъ о вліяніи „негативныхъ“ или „электроотрицательныхъ“ группъ, когда, казалось бы, послѣ открытія В. Мейеромъ и Гартманномъ [2]) іодоніевыхъ основаній этотъ терминъ слѣдовало бы разъ навсегда оставить. Мнѣ думается, что приведенныхъ соображеній вполнѣ достаточно для

---

[1]) Прекрасный примѣръ подобнаго рода случайнаго совпаденія мы можемъ найти въ описаніи опытовъ Лемери надъ раствореніемъ металловъ въ кислотахъ (*Lemery*. Cours de chymie, 1716 г., стр. 94 и д.) или въ соображеніяхъ Н. А. Морозова о кристаллической формѣ воды (*Н. А. Морозовъ* Ж. Р. Ф.-Х. О. XXXIX, стр. 283).

[2]) V. *Meyer* und *Hartmann*. B. B. *27*, 426, 502, 1592 (1894).

того, чтобы показать, какъ трудно оцѣнить гипотезу съ точки зрѣнія ея, такъ сказать, дѣйствительной достовѣрности. Поэтому-то наиболѣе правильнымъ критеріемъ для оцѣнки принятой въ наукѣ гипотезы должна являться исключительно ея продуктивность. Предположивъ, что опредѣленныя гипотезы въ области химіи должны по преимуществу служить указателями пути, по которому можетъ идти химическое изслѣдованіе, мы всегда при выборѣ отдадимъ предпочтеніе той изъ нихъ, которая дала начало наибольшему количеству работъ, за которой числятся наиболѣе блестящія и плодовитыя „Dix années dans l'histoire".

Въ этомъ отношеніи одной изъ наиболѣе цѣнныхъ гипотезъ или теорій, которыя когда-либо входили въ область химической науки, является такъ называемая теорія химическаго строенія углеродистыхъ соединеній. Благодаря основнымъ работамъ Купера, Франклэнда, Кольбе, Кекуле и А. М. Бутлерова, а затѣмъ впослѣдствіи въ силу важныхъ дополненій, сдѣланныхъ славной химической тримурти въ лицѣ Ле-Беля, Фан-т-Гоффа и Вислиценуса, изъ небольшого ряда предположеній объ атомности или валентности различныхъ атомовъ развилась стройная гипотеза, предусматривающая всѣ случаи возможной изомеріи самыхъ сложныхъ соединеній углерода. Съ ея появленіемъ на химическомъ горизонтѣ планомѣрность и стройность работъ при изслѣдованіи химическихъ явленій среди соединеній углерода достигли необычайнаго до того времени совершенства. Возможность выразить цѣлый рядъ реакцій, присущихъ какому-нибудь соединенію углерода, однозначнымъ символомъ сразу привела къ проложенію цѣлаго ряда новыхъ путей въ разработкѣ основного и коренного вопроса химіи о взаимоотношеніи между составомъ и свойствами. Количество матеріала для точнаго изученія динамической стороны химическихъ превращеній, доставленнаго гомологическими рядами соединеній углерода, въ скоромъ времени во много разъ превзошло тотъ скромный запасъ фактовъ и явленій среди соединеній другихъ элементовъ, которыми до тѣхъ поръ пользовались химики. Громадное разнообразіе карбоновыхъ кислотъ и основаній, получаемыхъ при послѣдовательномъ приложеніи методовъ синтеза, дало возможность установить съ большой точностью основные законы электролитической диссоціаціи. Вопросы объ аддитивныхъ свойствахъ могли рѣшаться на цѣломъ рядѣ производныхъ какого-либо углеводорода и его

гомологовъ гораздо успѣшнѣе, чѣмъ на другихъ соединеніяхъ. Среди приготовленныхъ по заранѣе намѣченному плану соединеній углерода нашелся цѣлый рядъ соединеній характера индикаторовъ въ самомъ широкомъ смыслѣ этого слова. Чтобы закончить этотъ ничтожный намекъ на все то громадное значеніе, которое имѣла и имѣетъ теорія строенія, надо упомянуть объ открытіи такихъ соединеній, какъ гидразинъ, напр., или азотистоводородная кислота, полученные въ свободномъ видѣ именно благодаря полному проведенію въ жизнь тѣхъ указаній о сочетаніи атомовъ, которыя являются слѣдствіемъ теоріи строенія.

Несмотря однако же на такія важныя слѣдствія пользованія этой теоріей, мы ни въ какомъ случаѣ не можемъ считать ее рисующей намъ „дѣйствительное положеніе вещей". Конечно, мы можемъ говорить, что въ предположеніи о направленіи дѣйствія силъ сродства у однороднаго во всѣхъ своихъ частяхъ атома углерода по осямъ тетраэдра не заключается ничего невѣроятнаго, такъ какъ мы знаемъ, что изолированный проводникъ, напр., несущій на своей поверхности заряды, во всѣхъ точкахъ своихъ обладаетъ одинаковымъ потенціаломъ и что тѣмъ не менѣе дѣйствіе этого заряда на другія тѣла обнаруживается далеко не въ одинаковой степени; точно такъ же намекаетъ на возможность такого распредѣленія силъ и существованіе полюсовъ у однородной намагниченной полосы. Не допуская ни въ какомъ случаѣ, что сложная система атомовъ въ какомъ-нибудь соединеніи углерода можетъ находиться въ покоѣ, мы находимъ подтвержденіе этого въ томъ легкомъ переходѣ одного стереоизомера въ другой при послѣдовательномъ присоединеніи и отнятіи галоидоводородныхъ кислотъ или галоидовъ, который такъ часто наблюдается при изученіи различныхъ углеродистыхъ соединеній. Наконецъ, для кажущагося подтвержденія реальности представленія о пространственномъ расположеніи атомовъ можно было бы указать хотя бы на одинъ примѣръ поразительнаго совпаденія результатовъ химическаго превращенія на модели и дѣйствительно наблюдаемыхъ явленій. Если, напр., построить изъ ф. байеровскихъ моделей нѣсколько конфигурацій, отвѣчающихъ фумаровой и малеиновой кислотамъ, и „окислять" ихъ марганцевокислымъ каліемъ, замѣняя двойную связь одиночной и замѣщая освободившіяся единицы сродства шариками, обозначающими группы OH, то по какому бы изъ

двухъ возможныхъ направленій мы ни разрушали двойную связь, всегда получается изъ моделей фумаровой кислоты двѣ энантіоморфныя формы, а изъ модели малеиновой—одна, состоящая изъ двухъ энантіоморфныхъ тетраэдровъ. Этотъ результатъ окисленія на модели вполнѣ согласуется съ наблюденіями Кекуле и Аншютца надъ фумаровой кислотой, которая при дѣйствіи щелочнаго раствора марганцевокислаго калія даетъ виноградную кислоту [1]— форму рацемическую, и надъ малеиновой, которая въ этихъ же условіяхъ превращается въ недѣятельную и нерасщепляемую мезовинную кислоту [2]).

На основаніи всѣхъ этихъ соображеній можно было бы предполагать, что конфигураціи, придаваемыя нами различнымъ углеродистымъ соединеніямъ, до извѣстной степени имѣютъ реальное значеніе. Однако же, легко видѣть, что для приведенія этихъ конфигурацій въ связь съ другими въ дѣйствительности наблюдаемыми фактами приходится дѣлать цѣлый рядъ новыхъ допущеній и предположеній. Прежде всего приходится признать, что для реальности формулъ строенія необходимо представленіе объ атомѣ, какъ химическомъ индивидуумѣ, сохраняющемъ свои свойства въ молекулѣ, а это не вполнѣ сходится съ нѣкоторыми выводами изъ наблюденія надъ явленіями физико-химическаго характера. Такъ, напримѣръ, химику нельзя не считаться съ выводами кинетической теоріи газовъ, безъ которой были бы совершенно непонятны и необъяснимы такія, напр., явленія, какъ постепенное, а не мгновенное теченіе мономолекулярныхъ реакцій съ газообразными тѣлами [3]). Дѣйствительно, разбирая это явленіе, мы должны придти къ заключенію, что хотя кажущееся тепловое состояніе изучаемаго газа и одинаково во всѣхъ частяхъ его, но дѣйствительное состояніе его молекулъ, отъ котораго можетъ зависѣть бо́льшая или меньшая скорость реакціи, ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть одинаковымъ во всѣхъ частяхъ газа. А принимая во вниманіе неизбѣжные выводы изъ этой теоріи, мы должны признать возможнымъ существованіе цѣлаго ряда молекулъ, состоящихъ изъ одного только атома. Такимъ образомъ, мы приходимъ къ представленію о химическихъ

[1]) Kekulé, Anschütz B. B. *13*, 2150; L. A. *226*, 191.
[2]) Kekulé, Anschütz B. B. 14, 713.
[3]) Ср., напр., *Kooij*. Z. f. phys. Chem. *12*, 155 (1893).

индивидуумахъ, — молекулахъ изъ одного атома, — обладающихъ вполнѣ опредѣленными свойствами, какъ индивидуальнаго характера, опредѣляющаго ихъ физическій и химическій типъ, такъ и свойствами, присущими всѣмъ безъ исключенія молекуламъ, какъ-то отношеніе къ выполняемому въ газообразномъ состояніи пространству и развитію осмотическаго давленія при раствореніи, опредѣленные размѣры и скорость движенія и т. д. Всѣ эти свойства сейчасъ же исчезаютъ, когда такой атомъ вступаетъ въ соединеніе съ другимъ и превращается изъ атома-молекулы въ атомъ — составную часть молекулы. Изъ большого числа тѣлъ, къ которымъ можно приложить выше приведенныя соображенія, я позволю себѣ указать только на одну ртуть, въ виду того, что для нея имѣются всѣ необходимыя данныя для правильной экспериментальной оцѣнки нашихъ разсужденій, а именно Кундтъ и Варбургъ [1]) опредѣлили отношеніе теплоемкостей пара ртути при постоянномъ давленіи и постоянномъ объемѣ, Дюма [2]), а затѣмъ В. и К. Мейеры [3]) опредѣлили плотность ея пара и, наконецъ, атомный вѣсъ ея извѣстенъ намъ по точнѣйшимъ опредѣленіямъ Эрдманна и Маршана [4]); что же касается прочихъ элементарныхъ тѣлъ, содержащихъ, насколько можно судить по опредѣленіямъ плотностей пара и измѣненій точекъ кипѣнія и застыванія растворовъ, тоже по одному атому въ молекулѣ, то для цинка, кадмія, калія и другихъ летучихъ металловъ, способныхъ вступать въ химическія соединенія съ другими тѣлами, нѣтъ опредѣленій отношенія теплоемкостей при постоянномъ давленіи и постоянномъ объемѣ въ газообразномъ состояніи. Для такъ называемыхъ благородныхъ газовъ атмосферы это соотношеніе теплоемкостей извѣстно, но съ другой стороны нельзя считать рѣшеннымъ вопросъ о томъ, способны ли эти газы вступать въ соединенія съ другими тѣлами, такъ какъ наблюденія Ю. Томсена [5]) и В. Рамзая [6]) надъ рѣдкими минералами даютъ только косвенныя указанія на существованіе сложныхъ соединеній гелія съ элементами рѣдкихъ земель, а заключенія

[1]) *Kundt* u. *Warburg*. Pogg. An. *157*, 353 (1876).
[2]) *Dumas*. An. de Chimie. *33*, 337 (1826).
[3]) *V.* u. *C. Meyer*. B. B. *12*, 1426 (1879).
[4]) *Erdmann* u. *Marchand*. J. pr. Chemie. *13*, 395 (1844).
[5]) *J. Thomsen*. Z. f. phys. Chemie. *25*, 112 (1898).
[6]) *W. Ramsay*. Z. f. phys. Chemie. *25*, 568.

Кука [1]) нельзя считать въ полной мѣрѣ убѣдительными: Кукъ опредѣлялъ плотность пара (и молекулярный вѣсъ) цинка, кадмія, ртути, сѣры, селена и мышьяка при 1183°—1310° въ атмосферѣ химически чистаго водорода и азота (полученнаго изъ воздуха)—съ одной стороны, и въ атмосферѣ аргона и гелія—съ другой; при этомъ оказалось, что цинкъ въ аргонѣ даетъ плотность на 12% выше, чѣмъ въ азотѣ, а кадмій въ геліи—на 12,4% выше, чѣмъ въ водородѣ, что какъ бы указываетъ на соединеніе нѣкоторой доли употребленныхъ металловъ съ „благородными" газами; надо замѣтить, что аппаратъ не могъ дать абсолютныхъ величинъ, такъ что для ихъ полученія приходится умножать наблюденныя величины на 0,293—факторъ, опредѣленный путемъ сравненія наблюдаемой величины плотности пара цинка въ азотѣ (111 изъ пяти опытовъ) съ полученной В. Мейеромъ (32,5). Если же допустить, какъ это обыкновенно дѣлается, что всѣ металлы содержатъ по одному атому въ молекулѣ, то окажется, что огромное большинство элементарныхъ тѣлъ должно измѣнять индивидуальныя свойства своихъ атомовъ, разъ только они входятъ въ химическое соединеніе съ другими атомами. Прямымъ подтвержденіемъ подобнаго измѣненія должна явиться невозможность существованія вполнѣ аддитивныхъ свойствъ, т.-е. такихъ, которыя могли бы быть получены непосредственнымъ суммированіемъ свойствъ, присущихъ отдѣльнымъ атомамъ. Дѣйствительно, мы не наблюдаемъ такой полной аддитивности ни въ одномъ случаѣ. Укажу, напримѣръ, на постепенное, такъ сказать, сглаживаніе физическихъ свойствъ въ гомологическихъ рядахъ различныхъ углеродистыхъ соединеній, въ которыхъ гомологическая разность между двумя сосѣдними членами ряда обыкновенно уменьшается по мѣрѣ увеличенія числа атомовъ углерода въ цѣпи, или на попеременное повышеніе и пониженіе температуры плавленія въ ряду двуосновныхъ насыщенныхъ кислотъ типа $C_nH_{2n-2}O_4$ въ связи съ четнымъ или нечетнымъ числомъ атомовъ углерода въ частицѣ. Даже при изученіи оптическихъ свойствъ тѣлъ, когда оказывается, что изомерныя тѣла обладаютъ одинаковой молекулярной рефракціей, а молекулярная рефракція химическаго соединенія равна суммѣ атомныхъ рефракцій составныхъ частей, мы не можемъ говорить

[1]) *W. T. Cooke*. Z. f. phys. Chemie. *55*, 537 (1906).

объ аддитивности, потому что величина атомной рефракціи кислорода зависитъ отъ способа его присоединенія къ углероду, атомная рефракція углерода мѣняется, смотря по тому, связанъ ли атомъ углерода съ другими въ цѣпь или стоитъ отдѣльно, рефракція хлора зависитъ отъ числа его атомовъ въ молекулѣ углеродистаго соединенія и т. д. [1]). Совершенно такія же отношенія мы получаемъ и тогда, когда пробуемъ вычислить атомное магнитное вращеніе, исходя изъ данныхъ В. Г. Перкина [2]): наблюдается только очень приближенная аддитивность при сравненіи очень сходныхъ между собою соединеній углерода, но и здѣсь карбонильный, напр., кислородъ и кислородъ гидроксильный даютъ разныя слагающія. Спѣшу оговориться, что вопросъ объ аддитивности въ случаѣ электропроводности растворовъ или внутренняго тренія растворовъ солей не можетъ относиться къ разбираемому нами теперь свойству, такъ какъ въ явленіяхъ электропроводности растворовъ и вообще растворенія, кромѣ „соли", играетъ очень важную роль и растворитель.

Кромѣ всего только что сказаннаго, слѣдуетъ замѣтить, что въ настоящее время явилось нѣкоторое сомнѣніе въ аддитивности даже такихъ свойствъ, какъ вѣсъ или масса. Послѣ паденія теоріи флогистона и установки правильнаго представленія о явленіяхъ горѣнія и окисленія вплоть до конца XIX вѣка не возникало никакихъ сомнѣній въ точности и всеобщности закона сохраненія массы при какихъ бы то ни было измѣненіяхъ вещества. Опыты Лавуазье (1770—1774) и Симона (1802) были не особенно точны, но увѣренность въ точности закона была такъ велика, что въ теченіе почти столѣтія, несмотря на быстрое усовершенствованіе техники взвѣшиванія, ни разу не было поставлено опытовъ въ этомъ направленіи. Достаточно сказать, что точнѣйшія изслѣдованія вѣсовыхъ отношеній реагирующихъ тѣлъ, произведенныя Стасомъ въ шестидесятыхъ годахъ, контролировались, гдѣ только это было возможно по условіямъ работы, именно сравненіемъ вѣсовъ тѣлъ, взятыхъ въ реакцію и полученныхъ послѣ нея (методъ полнаго синтеза). Только въ 1893 году Ландольтъ опубликовалъ [3])

---

[1]) *Landolt.* Pogg. An. *123*, 595; B. B. *15*, 64; L. A. *213*, 75. Ср. *Conrady.* Z. f. phys. Ch. *3*, 210 (1889). *Brühl.* Z. f. phys. Ch. *1*, 306 (1887).

[2]) *W. H. Perkin.* J. pr. Chemie (2), *31*, 481 и (2), *32*, 523 (1885).

[3]) *H. Landolt.* Z. f. phys. Chemie. *12*, 1.

цѣлый рядъ точнѣйшихъ наблюденій надъ измѣненіями вѣса при химическихъ реакціяхъ и отчасти при явленіяхъ обычнаго растворенія. Работа эта была вызвана соображеніями Негели [1]) и Лотара Мейера [2]), касающимися вопроса о возможности образованія различныхъ тѣлъ изъ примордіальной матеріи, и должна была выяснить, насколько могутъ отразиться небольшія измѣненія, допускаемыя вышеупомянутыми соображеніями, на точности атомныхъ чиселъ Стаса вообще и на уклоненіи ихъ отъ цѣлыхъ чиселъ въ частности [3]). Сообразно съ этими задачами и подобранъ экспериментальный матеріалъ. Оказалось, что, несмотря на всѣ предосторожности, предпринятыя съ цѣлью компенсаціи ошибокъ при повторныхъ взвѣшиваніяхъ, возстановленіе сѣрнокислаго серебра желѣзнымъ купоросомъ во всѣхъ случаяхъ давало значительное уменьшеніе вѣса (отъ 0,130 до 0,167 миллиграмма), а выдѣленіе іода окисленіемъ іодистаго водорода іодноватой кислотой (іодистаго калія въ кисломъ растворѣ)—подобное же уменьшеніе, но съ колебаніемъ въ болѣе широкихъ предѣлахъ (отъ 0,011 до 0,177 миллиграмма). Остальныя реакціи либо не давали никакихъ отклоненій, либо эти отклоненія, хотя и наблюдались, но колебались въ ту и другую сторону, либо, наконецъ, лежали въ предѣлахъ неизбѣжныхъ погрѣшностей опыта. Въ 1901 году А. Гейдвейлеръ [4]) опубликовалъ еще болѣе поразительные результаты своихъ опытовъ: вытѣсненіе мѣди желѣзомъ изъ раствора мѣднаго купороса давало убыль (я беру наибольшія его величины) до 0,026 миллигр. въ нейтральной средѣ, до 0,217 миллигр. — въ основной и до 0,158 миллигр.—въ кислой. Раствореніе мѣднаго купороса въ водѣ давало убыль вѣса до 0,126 миллиграмма! Въ остальныхъ случаяхъ убыль вѣса не доходила до 0,1 миллиграмма и колебалась отъ 0,001 до 0,092 миллигр. Надо замѣтить, что Гейдвейлеръ поправки вычислялъ, а не компенсировалъ. Въ теченіе 1904—1906 года Ландольтъ—на этотъ разъ съ прямой цѣлью—провѣрить за-

---

[1]) *C. v. Nägeli*. Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre (1884), 103.

[2]) *L. Meyer*. Moderne Theorien der Chemie. 5-te Auflage, 135 (1887).

[3]) Cr. *D. Kreichgauer*. Einige Versuche über die Schwere. Verhandlungen der physik. Gesellschaft zu Berlin, *10*, № 2, 13 (1891).

[4]) *A. Heydweiller*. An. der Physik. *5*, 394; ср. также Physik. Zeitschrift. *1*, 527; *3*, 425.

конъ постоянства массы—произвелъ новую серію опытовъ [1]), при чемъ въ число изучаемыхъ реакцій были введены возстановленіе хлорнаго золота желѣзнымъ купоросомъ (важно, какъ примѣръ выдѣленія изъ раствора тѣла еще бо́льшей плотности, чѣмъ серебро), дѣйствіе ѣдкаго кали на азотнокислый уранилъ (реакція съ соединеніемъ элемента очень большого атомнаго вѣса и притомъ обладающаго радіоактивностью), дѣйствіе перемѣннаго (1500 въ минуту) тока на растворахъ іодистаго кадмія (выдѣленіе продуктовъ электролиза и образованіе первоначальнаго продукта связано съ возможностью освобожденія электроновъ) [2]) и, наконецъ, вытѣсненіе мѣди изъ раствора мѣднаго купороса желѣзомъ (для провѣрки данныхъ Гейдвейлера). Изъ всѣхъ этихъ опытовъ только реакціи возстановленія сѣрнокислаго (и азотнокислаго — въ новой серіи) серебра желѣзнымъ купоросомъ дали значительно превышающія ошибки опыта потери въ вѣсѣ. Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ измѣненія были такъ малы, что ихъ ни въ какомъ случаѣ нельзя принимать въ расчетъ. Однако же и въ этихъ двухъ реакціяхъ нельзя съ полной достовѣрностью допустить дѣйствительное нарушеніе аддитивности вѣсовъ или массъ реагирующихъ тѣлъ. Прежде всего, если бы убыль вѣса являлась слѣдствіемъ происшедшей реакціи, то можно было бы ожидать хотя бы намека на нѣкоторую пропорціональность между убылью въ вѣсѣ послѣ реакціи и количествомъ взятаго (или, что все равно, выдѣлившагося при реакціи) вещества. Однако же, какъ въ опытахъ первой серіи, такъ и въ опытахъ второй при сравненіи относительныхъ цѣлей на 100 гр. вещества мы находимъ колебанія до 400%. Далѣе слѣдуетъ отмѣтить, что въ случаѣ выдѣленія изъ раствора опредѣленнаго тѣла вовсе не замѣчается эффекта, противоположнаго

[1]) *H. Landolt.* Z. f. phys. Chemie. *55*, 589 (1906); cp. *F. Sanford* u. *L. E. Ray.* Phys. Review, *5*, 247 (1897) u. *A. Lo-Sordo.* Nuove Cimento (5), *8* (1904).

[2]) *R. v. Lieben.* Phys. Zeitschrift. *1*, 237 (1900).

V. Lieben. Phys. Zeitschrift. *1*, 237; *Lord Rayleigh.* Nature. *64*, 181. *H. Landolt.* Naturwiss. Rundschau. *15*, 61; *17*, 218; *Poynting.* Nature. *62*, 403. Naturwissen. Rundschau. *15*, 524.

M. Hänsel. Ueber Gewichtsänderungen unter magnitischen Einfluss bei Reactionen mit Eissensalzen (1899).

тому, который наблюдается при обратной реакціи. Напр., въ первой серіи опытовъ выдѣленіе іода изъ раствора давало сравнительно огромную убыль вѣса—болѣе 0,1 миллиграмма, а раствореніе его повело къ колебаніямъ ничтожной величины въ ту и другую сторону. Но самымъ серьезнымъ доводомъ противъ принятія дѣйствительности наблюдаемыхъ потерь въ вѣсѣ является почти полная невозможность сохраненія одинаковой температуры обоихъ сосудовъ, въ которыхъ протекаетъ реакція: въ большинствѣ случаевъ вслѣдствіе неодинаковой упругости водяного пара въ сосудахъ можетъ происходить непрерывная перегонка воды изъ сосуда въ сосудъ; сосудъ, въ которомъ *идетъ* реакція,—а она именно идетъ очень медленно, потому что Ландольтъ въ большинствѣ случаевъ беретъ воду въ количествѣ далеко не достаточномъ для полнаго растворенія реагирующихъ веществъ,—этотъ сосудъ почти всегда будетъ нѣсколько теплѣе (могутъ играть роль и сотыя доли градуса!) окружающей среды. Эти два фактора, комбинируясь, могутъ служить причиной довольно значительной разницы вѣса, такъ какъ конвекціонные токи воздуха дѣйствуютъ въ противоположныхъ направленіяхъ на концахъ коромысла вѣсовъ. Понятно поэтому, почему введеніе въ одинъ изъ сосудовъ слоя жидкаго параффина, какъ это, напримѣръ, было сдѣлано при реакціи растворенія свободнаго іода въ растворѣ сѣрнистокислаго натрія, повлекло за собой колебанія разности вѣсовъ въ ту и другую сторону, а покрываніе сосудовъ, въ которыхъ наблюдались реакціи, толстымъ слоемъ параффина (въ большинствѣ опытовъ второй серіи) вызвало значительное уменьшеніе наблюдаемыхъ разностей. Подобнаго рода соображенія во всякомъ случаѣ указываютъ, что представленіе о полной аддитивности массы или вѣса при всѣхъ возможныхъ превращеніяхъ тѣлъ (законъ сохраненія массы) нельзя считать окончательно рѣшеннымъ, хотя скорѣе можно ожидать, что устраненіе всѣхъ неизбѣжныхъ потерь скорѣе поведетъ къ его подтвержденію. Въ то же время приходится признать, что если эти „неизбѣжныя потери“ зависятъ отъ неполной непроницаемости сосудовъ, въ которыхъ идетъ реакція, для какихъ-то видовъ матеріи, образующихся при возстановленіи азотнокислаго и сѣрнокислаго серебра желѣзнымъ купоросомъ или при выдѣленіи свободнаго іода изъ іодистаго калія іодноватой кислотой, то, подтверждая это, мы естественно отказываемся отъ представленія о

молекулѣ, какъ простомъ сочетаніи матеріальныхъ атомовъ, сохраняющихъ свою индивидуальность во время сложныхъ перестановокъ и перемѣщеній, которыя происходятъ во время химическихъ реакцій [1]).

Интересно отмѣтить и то обстоятельство, что попытки связать болѣе реальное представленіе о нашихъ формулахъ строенія съ какими-либо количественными (цифровыми) отношеніями не увѣнчались успѣхомъ. Сюда надо отнести всѣ попытки сопоставленія соображеній о формѣ углероднаго атома или о направленіи силъ химическаго сродства по осямъ тетраэдра и физическими или химическими свойствами углеродныхъ соединеній. Такъ, напримѣръ, соображенія и выводы Ф. А. Ги [2]) относительно измѣненія знака вращенія плоскости поляризаціи въ связи съ величиной „вѣса" группъ, обусловливающихъ появленіе ассиметричности атома углерода, оказались приложимыми далеко не ко всѣмъ углеродистымъ соединеніямъ, содержащимъ ассиметрическій атомъ углерода [3]), представленія Вундерлиха [4]) о формѣ атомовъ углерода и о точкахъ приложенія силъ химическаго сродства въ этихъ атомахъ (а равно и въ атомахъ другихъ элементарныхъ тѣлъ), на основаніи которыхъ можно сравнивать относительную прочность простой, двойной и тройной связи, не выходятъ изъ предѣловъ совершенно абстрактныхъ разсужденій. Наконецъ, даже теорія натяженія А. Байера [5]), которой такъ просто и легко объясняется относительная прочность различныхъ полиметиленовыхъ колецъ, начиная отъ этилена, въ связи съ большимъ или меньшимъ угломъ отклоненія силы сродства углероднаго атома отъ первоначальнаго направленія (по оси тетраэдра), совершенно не сходится съ тѣмъ фактомъ, что при переходѣ отъ моногалоидзамѣщенныхъ угле-

---

[1]) Въ то время, когда эта часть статьи была напечатана, появилось въ 5-мъ выпускѣ 64 тома Z. f. phys. Chemie заключеніе работъ Ландольта, которое приводитъ къ признанію полной точности закона сохраненіе вѣса реагирующихъ тѣлъ; оказалось, что наблюдаемыя значительныя потери зависѣли отъ измѣненія объема отъ теплоты реакціи и съ теченіемъ времени уменьшились до предѣловъ ошибки опыта.

[2]) *Philippe A. Guye*. C. R. *110*, 714 (1899).

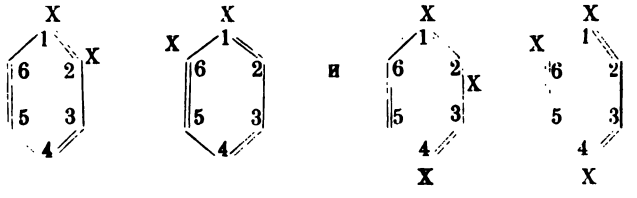
[3]) *L. A. Tschugaeff*. B. B. *31*, 360, 1775 (1898).

[4]) *Wunderlcih*. Configuration organischer Molekule (1886).

[5]) *Adolph v. Baeyer*. B. B. *18*, 2277 (1885).

водородовъ съ пятью и шестью атомами углерода въ прямой цѣпи не образуется пяти- или шестичленнаго замкнутаго кольца, а только замѣщенные этилены, образованія которыхъ меньше всего можно ожидать по этой теоріи. Въ концѣ-концовъ можно согласиться съ I. Вислиценусомъ [1]), когда онъ по отношенію ко всѣмъ (въ томъ числѣ и своимъ) взглядамъ на форму углероднаго атома и точки приложенія силъ сродства „nicht den Werth einer wissenschaftlichen Ueberzeugung beileget".

Противъ предположенія, что наши формулы строенія могутъ дать намъ—безъ новыхъ болѣе или менѣе сложныхъ дополнительныхъ допущеній — нѣкоторое реальное представленіе о дѣйствительной конфигураціи молекулы, можно привести еще одно соображеніе. Пока число полученныхъ въ дѣйствительности изомеровъ какого-нибудь углеродистаго соединенія не превышаетъ числа, возможнаго по теоріи, т.-е. выводимаго изъ опредѣленныхъ гипотетическихъ представленій, то нѣтъ никакихъ основаній утверждать, что эти представленія неполны или неточны: хотя намъ при самыхъ разнообразныхъ комбинаціяхъ условій опыта не удается найти болѣе одного изомера 1. 2 или 1. 3. 4 въ бензольномъ ряду, между тѣмъ можно было бы предполагать существованіе изомеровъ 1. 2 и 1. 5, соотв. 1. 3. 4 и 1. 3. 6, согласно символамъ



тѣмъ не менѣе подобнаго рода обстоятельство, безъ всякаго осложненія теоріи допущеніемъ возможности передвиженія мѣста двойныхъ связей, легко можетъ быть объяснено тѣми трудностями, которыя неминуемо выступаютъ на сцену, когда рѣчь идетъ о раздѣленіи двухъ очень близкихъ и похожихъ другъ на друга изомеровъ. *Отыскать* такой другой изомеръ во всякомъ случаѣ очень трудно: надо было бы получить колоссальное количество опредѣленнаго—по химическимъ функціямъ—соединенія, отвѣчающаго по даннымъ

[1]) *I. Wislicenus*. B. B. *21*, 584 (1888).

анализа и опредѣленіямъ молекулярнаго вѣса составу искомаго изомера; затѣмъ разбить его путемъ физическаго (дробной перегонкой, частичнымъ замораживаніемъ или плавленіемъ и т. д.) или химическаго (послѣдовательной обработкой недостаточными для полной реакціи количествами какого-нибудь опредѣленнаго соединенія, подобраннаго притомъ такъ, что изъ продукта реакціи, не подвергая его дѣйствію очень энергично дѣйствующихъ агентовъ и реактивовъ, легко можно было бы получить обратно первоначальное соединеніе) дробленія на отдѣльныя фракціи и сравнить ихъ между собой. Легко видѣть, что такимъ путемъ обыкновенно не шли, и тождество получаемыхъ изомеровъ устанавливалось, если позволено будетъ такъ сказать, на основаніи очень грубыхъ признаковъ: въ „новомъ" изомерѣ искали признаковъ „стараго" [1]). Какъ кажется, для такого рода изслѣдованій надо идти путемъ, совершенно обратнымъ тому, который считается обычнымъ: начинать съ анализа и кончать установкой физической и химической индивидуальности, а не наоборотъ. Совершенно иная картина получается тогда, когда лабораторныя изслѣдованія приводятъ къ числу изомеровъ бóльшему, чѣмъ можно ожидать на основаніи принятой теоріи. Расширеніе теоріи строенія углеродистыхъ соединеній новыми дополнительными предположеніями и допущеніями въ этомъ случаѣ дѣлается прямо неизбѣжнымъ. Однако же эти новыя предположенія ни въ какомъ случаѣ не должны нарушать основныхъ положеній первоначальной теоріи, и поэтому, примѣняя ихъ, мы должны приходить къ такимъ же *однозначущимъ* формуламъ строенія, какъ и прежнія. Только въ этомъ случаѣ сохранится представленіе о конфигураціяхъ молекулы, какъ о чемъ-то реальномъ. Соображенія, развиваемыя Фан-т-Гоффомъ [2]), Лебелемъ [3]) и I. Вислиценусомъ [4]), вполнѣ удовлетворяютъ этому и даже дѣлаютъ наши представле-

---

[1]) Для бензольныхъ производныхъ, напр. *Ladenburg*. Theorie der aromatischen Verbindungen.

Для производныхъ метана: *Henry*. C. R. *104*, 1106, 1181, 1278.

[2]) *I. H. Van-t-Hoff*. La chimie dans l'espece. 1875.

[3]) *Le Bel*. Bul. de la Soc. ch. [2]. 22, 337.

[4]) *I. Wislicenus*. Abhandlungen der Sächs. Gesellsch. der Wissensch. *24* (1887); ср. также *L. Pasteur*. Ueber die Asymmetrie bei natürlich Vorkommenden Organischen Verbindungen (1860). Ostwald's Klassik. № 28.

нія о молекулѣ болѣе реальными. При этомъ надо особенно подчеркнуть то обстоятельство, что для признанія нѣкотораго реальнаго значенія опредѣленной конфигураціи, даннаго химическаго соединенія, какъ въ цѣломъ, такъ и въ отдѣльныхъ его функціяхъ, надо признать, что этому соединенію присуща извѣстная однозначущая формула строенія. Независимо отъ этого, всѣ тѣ удобства, которыя представляетъ пользованіе теоріей строенія при изслѣдованіи соединеній углерода, самымъ тѣснымъ образомъ связаны съ этой однозначностью формулъ строенія. Между тѣмъ цѣлымъ рядомъ изслѣдованій удалось установить, что существуетъ очень много тѣлъ, для которыхъ не представляется возможнымъ выразить всѣ присущія имъ реакціи одной какой-нибудь формулой строенія. Для примѣра можно указать хотя бы такое хорошо изученное тѣло, какъ ацетоуксусный эѳиръ. Возможность полученія его путемъ конденсаціи абсолютнаго уксусноэтиловаго эѳира съ абсолютнымъ алкоголятомъ натрія [1]) приводитъ насъ къ принятію для него формулы $CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{C} = CH - COOC_2H_5$, т.-е. къ эѳиру ненасыщенной оксикислоты. Вѣроятность принятія этой формулы строенія можетъ быть подтверждена цѣлымъ рядомъ его химическихъ превращеній: такъ, напр., при дѣйствіи хлорнаго желѣза онъ даетъ фіолетовое окрашиваніе [2]), столь характерное для *ортооксипроизводныхъ* бензойной кислоты и другихъ соединеній аналогичной структуры. При дѣйствіи на ацетоуксусный эѳиръ магній-органическихъ соединеній онъ реагируетъ, какъ этиловый эѳиръ β — оксикротоновой кислоты [3]); теплота его горѣнія, по опредѣленіямъ В. Ѳ. Лугинина [4]), равна 5793,3 мол. кал. на 1 граммъ; на одну граммомолекулу при постоянномъ давленіи—753,6 бол. кал. Если воспользоваться числами Ю. Томсена [5]) для теплотъ строенія тѣлъ различной структуры, то получимъ въ случаѣ признанія въ ацетоуксусномъ эѳирѣ кетоформы: $6 \times 38380 + 4 \times 14200 + 10 \times 30000 + 105480 + 54250 = 746,8$ бол. кал. Для нена-

---

1) *Claisen*. B. B. *31*, 205, 601 (1898).
2) *Geuther*. J. 1863, 323.
3) *Grignard*. C. R. *134*, 849.
4) *W. Louguinine*. C. R. *91*, 329.
5) *J. Thomsen*. Thermochemische Untersuchungen IV, 266, 291, 301, 307.

сыщеннаго оксиэѳира вычисляемъ: $6 \times 38380 + 4 \times 14200 + 10 \times 30000 + 105480 + 61510 = 754,2$ бол. кал. Послѣднее число вполнѣ тождественно съ числомъ В. Ѳ. Лугинина. Молекулярный объемъ ацетоуксуснаго этиловаго эѳира также отвѣчаетъ соединенію съ гидроксильной группой и двойной связью, т.-е. β — оксикротоновому эѳиру: по I. Траубе [1]) для кетоформы вычисляется молекулярный объемъ — 130,4; для энольной формы — 125,5; наблюдаемый молекулярный объемъ равенъ 126,5. Съ другой стороны, можно привести цѣлый рядъ признаковъ, по которымъ ацетоуксусному эѳиру надо придать формулу кетоэѳира. Такъ, его молекулярная рефракція даетъ величину, близкую къ вычисленной для формулы $CH_3\ CO\ CH_2\ COOC_2H_5$; приведу величины для двухъ образцовъ, полученныхъ въ лабораторіи Московскаго университета:

A. $K_{18} = 79^0$ $d^{20}/_4 = 1,0269$ $r_{20} = 1,4190$ $MR^2 = 31,98$
B. $K_{29} = 88^0$ $d^{20}/_4 = 1,0275$ $r_{20} = 1,4195$ $MR^2 = 31,78$

Вычисленіе по величинамъ Конради даетъ 31,61 для кетоформы. Точно такъ же опредѣленіе П. Друде [2]) абсорбціи электрическихъ волнъ указываетъ на то, что „der viel bestrittene Acetessigester zeigt nach unserer Methode die hydroxylfreie (Keto) Form". Далѣе характеръ реакцій натріевыхъ производныхъ ясно указываетъ на сочетаніе натрія въ нихъ съ углеродомъ непосредственно, а не чрезъ кислородъ [3]); возстановленіе амальгамой натрія и переходъ въ эѳиръ насыщенной оксикислоты совершается очень легко [4]); дѣйствіе пятихлористаго фосфора приводитъ къ образованію эѳировъ обѣихъ хлорокротоновыхъ кислотъ $CH_3 - CCl = CH . COOC_2H_5$ и $CH_2 = CCl - CH_2COOC_2H_5$, а не одной $CH_3 - CCl = CH . COOC_2H_5$ [5]); кислый сѣрнисто-кислый натрій даетъ кристаллическое бисульфитное производное [6]) и т. д. Подобнаго рода явленія, объединяемыя подъ названіемъ явленій таутомеріи или десмотроніи, оказываются

[1]) J. *Traube*. B. B. *28*, 2724, 2924 (1895). L. A. *290*, 43 (1896). B. B. *29*, 1024 (1896).

[2]) *P. Drude*. Z. f. phys. Chemie. *23*, 320 (1897).

[3]) *Conrad* u. *Limpach*. L. A. *192*, 153.

[4]) *J. Wislicenus*. L. A. *149*, 205.

[5]) *Geuther*. Z. 1871, 237; *Autenrieth*. L. A. *259*, 359.

[6]) *Elion*. R. tr. ch. de Pays Bas. 3, 246 (1884).

очень широко распространенными въ химіи [1]). Для объясненія этихъ явленій пришлось предположить, что въ молекулахъ подобныхъ соединеній атомы принимаютъ попеременно то одну, то другую конфигурацію, т.-е., другими словами, какъ говоритъ, напр., одинъ изъ основателей теоріи строенія, А. М. Бутлеровъ, эти тѣла собственно не обладаютъ опредѣленнымъ строеніемъ [2]). И въ настоящея время наиболѣе подходящимъ объясненіемъ возможности существованія такихъ изомеровъ являются соображенія Димрота [3]), который объясняетъ возможность существованія одной изъ двухъ группировокъ различной длиной волны колебанія отдѣльныхъ атомовъ при перемѣнѣ группировокъ. Какъ бы то ни было, разъ мы допускаемъ возможность перегруппировокъ внутри молекулы въ зависимости отъ внѣшнихъ условій, этимъ самымъ мы отказываемся отъ взгляда на молекулу, по которому всѣ ея физическія и химическія свойства зависятъ отъ извѣстнаго, не измѣняющагося во время превращеній внутренняго расположенія атомовъ. Нитроэтанъ, напр., какъ тѣло опредѣленной структуры $C_2H_5 — NO_2$ уже не существуетъ для химика, не существуетъ онъ и какъ кислота (псевдо) строенія $CH_3 — CH : NO . OH$, а существуетъ только возможность наблюденія медленнаго превращенія нитроэтана въ его соль подъ вліяніемъ дѣйствія щелочей и обратнаго медленнаго образованія настоящаго нитроэтана изъ соли подъ вліяніемъ кислоты [4]). Точно такъ же приходится отказаться и отъ реальнаго представленія о группировки атомовъ внутри молекулы ацетоуксуснаго эѳира и говорить въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ объ одномъ изъ двухъ возможныхъ видоизмѣненій. Строить основаніе синтеза на такомъ соединеніи, въ которомъ возможны таутомерныя измѣненія, уже нельзя, такъ какъ мы заранѣе не можемъ сказать, какая именно таутомерная форма ляжетъ въ основу новой химической постройки [5]). Допуская возможность передвиженія и измѣненія характера связей между отдѣльными атомами, входящими въ составъ молекулы ка-

---

[1]) Ср. *W. Wislicenus*. „Ueber Tautomerie". Stutgart, 1898.

[2]) *A. M. Butlerow*. L. A. *189*, 77.

[3]) *Dimroth*. L. A. *335*, 1; *338*, 143; Zeitschr. für Elektrochemie, 11, 137.

[4]) *Hantzsch* und *Veit*. B. B. 32, 607.

[5]) Ср. синтезъ мочевой кислоты *Behrend* und *Roosen*.. B. B. *21*, 999 и L. A. *251*, 235 или синтезъ антипирина *Knorr*. B. B. *16*, 2597 и Ref. B. B. *17*, R. 149.

кого-нибудь соединенія углерода, мы тѣмъ самымъ признаемъ, что между реагирующими другъ на друга тѣлами, въ особенности изъ числа соединеній углерода, могутъ происходить взаимодѣйствія по самымъ разнообразнымъ направленіямъ [1]) и что, слѣдовательно, говоря о характерныхъ химическихъ реакціяхъ даннаго тѣла, въ дѣйствительности мы говоримъ только о тѣхъ изъ нихъ, которыя почему-либо представляютъ для насъ особый интересъ, или о тѣхъ, которыя идутъ наиболѣе интенсивно, благодаря надлежащему подбору внѣшнихъ реакціи условій или участію подходящаго катализатора. Такимъ образомъ, если принять во вниманіе всѣ эти соображенія, мы должны отказаться отъ взгляда на формулу строенія, какъ на нѣчто реальное, и считать ее просто одной изъ тѣхъ возможностей, которыя часто приводитъ Кольбе, полемизируя съ сторонниками теоріи строенія, при чемъ эта формула явится символомъ, выражающимъ въ условныхъ знакахъ опредѣленную группу реакцій разсматриваемаго соединенія. Конечно. во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ почти всѣ безъ исключенія реакціи даннаго соединенія могутъ быть выражены однимъ символомъ, дѣло изслѣдованія химическихъ превращеній значительно упрощается. Однако же, всегда надо имѣть въ виду, что и въ такихъ простѣйшихъ, какъ кажется, случаяхъ могутъ появиться неожиданныя осложненія: кислородъ въ диметиловомъ эѳирѣ $CH_3 . O . CH_3$, полученномъ по способу Вилліямсона [2]), долженъ быть двухатомнымъ, а между тѣмъ существованіе эѳира Фриделя [3]) заставляетъ считать его четырехатомнымъ.

Въ результатѣ я могу прдити только къ одному заключенію: мнѣ кажется, что всѣ вышеприведенные соображенія и факты ни въ какомъ случаѣ не даютъ намъ права причислять такъ называемую теорію строенія соединеній углерода къ тѣмъ гипотезамъ, которыя стремятся представить намъ дѣйствительное положеніе вещей, но нисколько не мѣшаютъ намъ пользоваться ею—и притомъ во всемъ ея объемѣ—какъ чрезвычайно удобнымъ условнымъ способомъ выраженія очень сложныхъ отношеній между различными химическими

---

[1]) *Schützenberger*. Leçons de la chemie générale, стр. 146.

[2]) *Williamson*. L. A. *77*, 37.

[3]) *Friedel*. Bul. de la Soc. ch. (2), *24*, 249.

соединеніями, и тѣмъ самымъ удобнѣе оріентироваться при выборѣ пути для изслѣдованія превращеній въ ряду соединеній углерода съ другими элементами [1]).

ГЛАВА I.

Постановка опытовъ для изслѣдованія дѣйствія хлористаго ацетила на ненасыщенные углеродистые водороды въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія была ближайшимъ образомъ вызвана желаніемъ прослѣдить, какъ далеко простирается аналогія между ненасыщенными углеводородами въ тѣсномъ смыслѣ и различными циклическими соединеніями. Въ самомъ дѣлѣ, изучая химическія превращенія углеводородовъ различныхъ типовъ, можно обнаружить цѣлый рядъ реакцій, которыя оказываются приложимыми почти въ одинаковой степени какъ къ ненасыщеннымъ углеродистымъ водородамъ типа C_nH_{2n}, такъ и къ изо- и гетероциклическимъ соединеніямъ, у которыхъ отдѣльныя звенья замкнутой цѣпи

---

[1]) Въ настоящее время надо считать, что вопросъ о возможности превращенія одного элемента въ другой рѣшенъ въ положительномъ смыслѣ. Благодаря работамъ В. Рамзая и Содди [*W. Ramsay* u. *F. Soddy*. Z. f. phys. Chemie. *47*, 490 и *48*, 682 (1904)] удалось не только установить качественную и отчасти количественную сторону превращенія радія (черезъ эманацію) въ гелій, но и указать на естественную причину неудачи многочисленныхъ попытокъ, сдѣланныхъ алхимиками для превращенія неблагородныхъ металловъ въ золото. Съ другой стороны, количество энергіи, выдѣляемое при этомъ произвольномъ превращеніи — и притомъ безъ большого повышенія температуры,—заставляетъ думать, что пользованіе этой реакціей, какъ источникомъ передачи значительныхъ запасовъ энергіи, оставитъ далеко за собой даже такое колоссальное накопленіе энергіи, какое мы получаемъ при помощи тихаго разряда при превращеніи кислорода въ озонъ (*van-der Meulen*—R. de tr. chim. de Pays-Bas. *2*, 69 (1883)—нашелъ, что реакція $2O_3 = 3O_2$ сопровождается выдѣленіемъ 72400 калорій), и даетъ возможность переходить отъ тѣлъ съ меньшимъ запасомъ химической энергіи къ тѣламъ съ большимъ ея запасомъ, т.-е. итти путемъ, обратнымъ тому, по которому шли средневѣковые алхимики. Опыты такого рода начаты (*W. Ramsay*. Nature *76*, 269) и дали положительный результатъ. Конечно, намъ впослѣдствіи придется замѣнить символы нашихъ формулъ строенія болѣе сложными символами, но значеніе ихъ, какъ выраженіе цикла извѣстныхъ химическихъ превращеній, во всякомъ случаѣ не утратится,, какъ не утратится оно при введеніи въ обыденную химическую практику представленій о строеніи атомовъ, высказываемыхъ Д. Д. Томсономъ (*J. J. Thomson*. Phil. Magaz. (6), 7, 237 (1904).

носятъ характеръ ненасыщенныхъ группъ. Къ числу этихъ реакцій можно отнести присоединеніе водорода, присоединеніе галоидовъ и дѣйствіе окислителей, въ частности марганцевокислаго калія въ щелочномъ растворѣ. Непосредственное присоединеніе водорода къ первому члену ряда ненасыщенныхъ углеродистыхъ водородовъ типа C_nH_{2n} впервые наблюдалось М. Бертло [1]); эта реакція образованія этана изъ этилена и водорода замѣтнымъ образомъ протекаетъ только около 500°. Поэтому способъ Бертло не даетъ возможности работать съ сколько-нибудь значительными количествами вещества и имѣетъ только историческое значеніе, какъ одинъ изъ тѣхъ опытовъ, на которыхъ выяснилась возможность синтеза „органическихъ" веществъ. Гораздо болѣе удобенъ способъ, выработанный Сабатье и Сандераномъ, при которомъ возстановленіе газообразнымъ водородомъ совершается при болѣе низкой температурѣ подъ вліяніемъ мелкораздробленныхъ металловъ, главнымъ образомъ возстановленнаго изъ окисловъ при возможно низкой температурѣ никкеля, а также кобальта, желѣза, мѣди и платины. Въ громадномъ большинствѣ случаевъ наиболѣе подходящимъ металломъ является никкель. Водородъ или смѣшивается съ испытуемымъ газомъ, или проходитъ сначала чрезъ сосудъ, наполненный легко летучимъ углеводородомъ, или же, наконецъ, непосредственно проходитъ надъ никкелемъ въ уже нагрѣтую трубку, куда вливаютъ чрезъ капилляръ углеводородъ, регулируя его притокъ надлежащимъ темпомъ. Я не буду приводить всѣхъ деталей опыта (температура optimum'а дѣйствія въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, дѣйствіе различныхъ металловъ), а укажу только на главнѣйшіе выводы [1]): 1) при избыткѣ водорода и не особенно высокой температурѣ этиленъ даетъ этанъ [1]), пропиленъ—пропанъ, триметилэтиленъ—метилбутанъ, β—гексенъ (гексиленъ съ температурой кипѣнія 65°—67°)—нормальный гексанъ, α—каприленъ (α—октенъ съ т. к. 122°—124°)—октанъ (т. к. 124). 2) При избыткѣ ненасыщеннаго углеводорода (если вводить его прямо въ нагрѣтую трубку) замѣчается образованіе съ одной стороны углеводородовъ съ меньшимъ содержаніемъ углерода въ молекулѣ (изъ пропилена и водорода—этанъ, этиленъ и метанъ) и болѣе высокомолекулярныхъ углеродистыхъ водородовъ съ другой.

---

[1]) *M. Berthelot*. An. de Chimie. [4], 9, 431.

3) Въ присутствіи мѣди водородъ дѣйствуетъ, повидимому, только на *α*—замѣщенные этилены, т.-е. такіе, у которыхъ есть еще свободная группа $= CH_2$. Подобное же дѣйствіе замѣчается и при гидрогенизаціи нѣкоторыхъ циклическихъ углеводородовъ [1]): такъ напр., лимоненъ, сильвестренъ и терпиненъ присоединяютъ по 4 атома водорода и превращаются въ параметилметоэтилциклогексанъ,—гидрокумолъ,—$CH_3 - C_6H_{10} - CH\begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \end{cases}$; пиненъ присоединяетъ всего два атома водорода и даетъ углеводородъ $C_{10}H_{18}$, не дѣйствующій на смѣсь сѣрной и азотной кислотъ, съ т. к. 166°, тогда какъ лѣвый камфенъ даетъ изомерный съ предыдущимъ углеводородомъ (т. к. 164°—165°). При возстановленіи водородомъ бензола [2]) и его гомологовъ [3]) получается гексаметиленъ и соотвѣтствующіе нафтены: изъ толуола—метилциклогексанъ, изъ ортоксилола—1. 2. диметилциклогексанъ, мезителенъ—1. 3. 5. триметилциклогексанъ и т. д. вплоть до деканафтена или 1. 4. метилпропилциклогексана изъ парацимола. Во всѣхъ случаяхъ—совершенно аналогично реакціи съ соединеніями ряда этилена—замѣчается гидрогенизація боковой цѣпи, въ особенности если она развѣтвленная, и постепенное уменьшеніе числа атомовъ углерода въ молекулѣ. Такъ, напр., при гидрогенизаціи пропилбензола получается не только пропилциклогексанъ (нононафтенъ), но и этилциклогексанъ (октонафтенъ) и даже метилциклогексанъ (гептанафтенъ [1]); въ случаѣ гидрогенизаціи парацимола $CH_3 - C_6H_4 - CH\begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \end{cases}$ образуется всего $^3/_4$ параметилметоэтилциклогексана $CH_3 - C_6H_{10} - CH\begin{cases} CH_3 \\ CH_3 \end{cases}$, а остальная четверть почти поровну состоитъ изъ парадиметилциклогексана $CH_3 - C_6H_{10}CH_3$ и параметилэтилциклогексана $CH_3 - C_6H_{10} - C_2H_5$. Такимъ образомъ здѣсь замѣчается полная аналогія отношенія, ненасыщенныхъ углеводородовъ типа C_nH_{2n} и другихъ циклическихъ углеводородовъ. Эта аналогія простирается такъ далеко, что при гидро-

[1]) *P. Sabatier* et *I. B. Senderens*. C. R. 134, 1127.
[2]) *P. Sabatier* et *I. B. Sanderens*. C. R. 124, 1360.
[3]) *P. Sabatier* et *I. B. Senderens*. C. R. 132, 1254.

генизаціи углеводородовъ типа $C_n H_{2n-8}$ съ бензольнымъ ядромъ, напр. фенил-этилена (стиролена или циннамена) $C_6H_5CH = CH_2$ получается (въ присутствіи *никкеля*) этилциклогексанъ [1]). Если же эту реакцію провести въ присутствіи мелкораздробленной *мѣди*, то происходитъ только одинъ этилбензолъ, такъ какъ въ присутствіи мѣди бензолъ или бензольное ядро не возстановляется газообразнымъ водородомъ. Интересно при этомъ отмѣтить, что хотя Сабатье и Сандераиъ не считаютъ возможнымъ принять объясненіе, которое даютъ Муассенъ и Муре этой реакціи (въ случаѣ ацетилена) [2]), тѣмъ не менѣе въ опытѣ гидрогенизаціи ацетилена при охлажденіи никкеля въ струѣ азота [3]), а не водорода, они замѣчаютъ, что реакція идетъ гораздо глаже. Это обстоятельство въ связи со способностью губчатой платины, введенной въ смѣсь водорода и ацетилена, вызывать гидрогенизацію (образованіе этана) [4]) даетъ намъ возможность проводить параллель между Сабатье-Сандеранскимъ пріемомъ возстановленія и дѣйствіемъ водородистаго калія на іодистыя производныя углеводородовъ [5]).

Какъ бы то ни было, примемъ ли мы, что при дѣйствіи всѣхъ углеродистыхъ соединеній, изученныхъ Сабатье и Сандераномъ, на мелкораздробленный (пирофорическій) никкель образуется нестойкое соединеніе этихъ двухъ компонентовъ, или же признаемъ, что здѣсь все дѣло сводится къ увеличенію концентраціи водорода [6]), все равно окажется, что реакція гидрогенизаціи въ указанныхъ условіяхъ протекаетъ одинаково—даже во многихъ случаяхъ и въ деталяхъ—какъ для ненасыщенныхъ углеводородовъ, такъ и для цѣлаго ряда циклическихъ.

Дѣйствіе сильно сжатаго водорода (водородъ in statu nascendi) на соединенія ряда этилена и бензола протекаетъ также вполнѣ аналогично. Разберемъ два случая: дѣйствіе амальгамы натрія и дѣй-

---

1) *P. Sabatier* et *I. B. Senderens*. C. R. 132, 210.

2) *P. Sabatier* et *I. B. Senderens*. C. R. 132, 566.

3) *H. Moissan* et *C. Moureu*. C. R. *122*, 240.

4) *P. Sabatier* et *I. B. Senderens*. C. R. *131*, 187.

5) *Wilde*. I. 1866, 508; B. B. 7, 353.

6) *Moissan*. C. R. *134*, 389.

7) Въ пользу этого соображенія въ особенности говоритъ *универсальность* способа Сабатье-Сандерана: сравни *P. Sabatier* et *Ad. Maithe*. C. R. *138*, 246. Также C. R. 136, 135 и т. д.

ствіе іодистаго водорода. На свободные углеводороды обоихъ типовъ водородъ, выдѣляющійся при дѣйствіи амальгамы натрія на воду (въ щелочной, нейтральной или кислой средѣ), совершенно не дѣйствуетъ, тогда какъ производныя этихъ углеводородовъ легко подвергаются въ этихъ условіяхъ гидрогенизаціи и повышаютъ свою степень насыщенія. Для примѣра приведу первыя наблюденія Кольбе [1]) надъ дѣйствіемъ твердой амальгамы натрія въ кислой средѣ на бензойчую кислоту: ему удалось показать—приблизительно, правда—образованіе летучей кислоты съ бо́льшимъ содержаніемъ водорода на то же количество углерода, при чемъ можно было замѣтить и образованіе бензойнаго альдегида. Впослѣдствіи Ашанъ [2]), возстановляя бензойную кислоту амальгамой натрія, въ струѣ углекислоты при кипяченіи на водяной банѣ получилъ, кромѣ другихъ промежуточныхъ соединеній, и высшій продуктъ гидрогенезаціи бензойной кислоты—гексагидробензойную кислоту. Образованіе бензойнаго альдегида и продукта его возстановленія водородомъ—бензиловаго алкоголя—доказано и здѣсь. При возстановленіи, напр., терефталевой кислоты, на ряду съ гидрогенизаціей ядра, замѣчается возстановленіе карбоксильной группы даже до метиловой: въ этихъ условіяхъ возстановленія получается значительное количество паратолуиловой кислоты [3]). Какъ примѣръ дѣйствія водорода in statu nascendi на ненасыщенную кислоту, можно указать на легко совершающійся переходъ отъ метакриловой кислоты $\begin{array}{l} CH_2 \\ \| \\ C - COOH \\ | \\ CH_3 \end{array}$ въ изомасляную [4]). Повидимому, въ этихъ условіяхъ возстановленія ненасыщенныя соединенія типа $C_n H_{2n}$ легче присоединяютъ водородъ, чѣмъ ароматическія, такъ что при возстановленіи коричной кислоты и присоединеніи къ ней двухъ атомовъ водорода получается гидрокоричная кислота, а не производное дигидробензольное: $C_6H_5 - CH = CH . COOH + H_2 = C_6H_5 CH_2 . CH_2 COOH$ [5]).

[1]) *Kolbe*. L. A. *118*, 122.
[2]) *Aschan*. B. B. *24*, 1865.
[3]) *A. v. Baeyer*. L. A. *258*, 156.
[4]) *Paul*. L. A. *188*, 52.
[5]) *Alexejew* u. *Erlenmeyer*. L. A. *121*, 375. Ср. *Popow*. Z. *1865*, 111.

Легко видѣть, что и во второмъ случаѣ можно прослѣдить точно такую же аналогію. Возстановленіе крѣпкой іодистоводородной кислотой при высокой температурѣ было первоначально предложено М. Бертло [1]). Впослѣдствіи Лаутеманъ [2]) показалъ, что возстановляющее дѣйствіе іодистоводородной кислоты можетъ быть значительно усилено, если ввести въ реакцію нѣкоторое количество фосфора, который будетъ вступать въ взаимодѣйствіе съ выдѣляющимся при реакціи іодомъ и водой, такъ что такимъ образомъ будетъ достигаться регенерація затраченнаго на возстановленіе іодистаго водорода. Опыты Ад. ф.-Байера [3]) надъ возстановленіемъ бензола и его гомологовъ іодистымъ фосфоніемъ при высокой температурѣ дали, какъ и слѣдовало, собственно говоря, этого ожидать по условіямъ опыта (при распадѣ газообразныхъ тѣлъ съ образованіемъ водорода не можетъ получиться значительнаго увеличенія его концентраціи, безъ котораго трудно имъ представить дѣйствіе in statu nascendi), продукты, менѣе богатые водородомъ, чѣмъ при дѣйствіи крѣпкой іодистоводородной кислоты: такъ, напр., бензолъ не измѣнился даже при 350°, толуолъ далъ дигидротолуолъ, ксилолъ (смѣсь орто- и мета- соединенія)—тетрагидроксилолъ, и только одинъ мезитиленъ (сравнительно даже легко—всего при 250°—280°) далъ высшій продуктъ гидрогенизаціи—гексагидромезитиленъ. Въ то же время возстановленіе іодистоводородной кислотой, правда, при температурѣ не ниже 280° и въ теченіе 40—48 часовъ, дало гексагидробензолъ, гексагидротолуолъ. гексагидроизоксилолъ [4]). Судя по изомеризаціи гексагидробензола (долженъ былъ бы получиться гексаметиленъ) въ метилпентаметиленъ [5]), можно думать, что реакція идетъ еще дальше [6]). Разбирая подробно реакцію возстановленія іодистоводородной кислотой различныхъ соединеній ряда метана, приходится обратить вниманіе на слѣдующія обстоятельства:

1. Если нагрѣвать, напр., высокомолекулярныя насыщенныя кислоты, какъ-то: лавриновую, тридециловую, миристиновую, пен-

---

[1]) *M. Berthelot.* J. pr. Chemie. [1], *104.* 103.

[2]) *Lautemann.* L. A. *125,* 12.

[3]) *A. v. Baeyer.* L. A. 155, 266.

[4]) *Вреденъ.* Ж. Р. Ф.-Х. О. *9,* 247: *9,* 182; *8,* 150.

[5]) *Кижнеръ.* Ж. Р. Ф.-Х. О. *26,* 375; J. pr. Chemie. [2], *56,* 304.

[6]) *Markownikoff.* B. B. *30,* 1214; *Zelinsky.* B. B. *30,* 387.

тадециловую и т. д. съ крѣпкой іодистоводородной кислотой, то получаются соотвѣтствующіе углеводороды: додеканъ, тридеканъ и т. д. по реакціи: $C_nH_{2n+1}COOH + 6HJ = C_nH_{2n+1} . CH_3 + 2H_2O + 3J_2$ [1]). Слѣдовательно, здѣсь происходитъ такое же дѣйствіе водорода на карбоксильную группу, какъ въ опытахъ Кольбе, Ашана, Байера (см. выше).

2. Всѣ галоидозамѣщенные углеводороды, въ особенности вторичные и третичные, очень легко—даже при очень низкихъ температурахъ — распадаются на ненасыщенный углеводородъ C_nH_{2n} и соотвѣтствующій галоидоводородъ. Прямые опыты Вюрца [2]) надъ надъ плотностями паровъ галоидзамѣщенныхъ углеводородовъ типа $C_nH_{2n+1}X$ подтверждаютъ это, да и самая реакція „отщепленія галоидоводорода" спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали можетъ быть понятна только тогда, когда мы себѣ представимъ, что при каждой температурѣ устанавливается равновѣсіе.

$$C_nH_{2n+1}X \rightleftarrows C_nH_{2n} + HX.$$

Тогда, удаляя ѣдкимъ кали одинъ изъ продуктовъ реакціи HX, мы тѣмъ самымъ вызываемъ образованіе новыхъ количествъ ненасыщеннаго углеводорода.

Сопоставивъ эти два соображенія, мы должны заключить, что возстановленіе галоидопроизводныхъ углеводородовъ (а слѣдовательно и всѣхъ тѣхъ соединеній, которыя *могутъ* въ условіяхъ опыта повести къ ихъ образованію) іодистоводородной кислотой, сводится къ дѣйствію водорода in statu nascendi на ненасыщенные углеродистые водороды типа C_nH_{2n}, т.-е. вполнѣ аналогично тому ходу реакціи, который наблюдается для соединеній ряда бензола.

Реакція присоединенія двухъ атомовъ галоида къ ненасыщеннымъ углеродистымъ водородамъ типа C_nH_{2n} можетъ быть прослѣжена по всему гомологическому ряду этихъ соединеній съ самаго перваго члена—этилена, вплоть до высокомолекулярныхъ гомологовъ, полученныхъ Краффтомъ [3]).

Въ особенности удобно брать для реакціи бромъ, такъ какъ хлоръ дѣйствуетъ слишкомъ энергично, производя замѣщеніе въ

[1]) *Krafft*. B. B. *15*, 1698.
[2]) *A. Wurtz*. L. A. *135*, 315 (1868).
[3]) *Krafft*. B. B. *17*, 1371.

образовавшихся уже насыщенныхъ продуктахъ, іодъ же дѣйствуетъ такъ слабо, что мы въ литературѣ встрѣчаемъ только описаніе реакцій взаимодѣйствія іода только съ этиленомъ [1]) и пропиленомъ [2]). Можно сказать, что проба бромомъ сдѣлалась одной изъ распространеннѣйшихъ реакцій на этиленъ и его гомологи, такъ что удалось прослѣдить ходъ реакція у всѣхъ производныхъ этилена; даже высшіе до сихъ поръ полученные члены ряда такъ энергично реагируютъ съ бромомъ, что во избѣжаніе распада образовавшихся соединеній приходится вести реакцію на холоду и въ растворѣ сѣрнистаго углерода. Однако же оказывается, что эта реакція присоединенія брома (вообще галоида) наблюдается и въ циклическихъ соединеніяхъ, не относящихся къ ненасыщеннымъ въ полномъ смыслѣ слова. Дѣйствуя хлоромъ на бензолъ до насыщенія и затѣмъ оставляя растворъ стоять [3]) или же пропуская струю хлора въ кипящій бензолъ [4]), можно получить cis— и trans—видоизмѣненія гексахлорбензола $C_6H_6Cl_6$. Точно такъ же можно получить въ аналогичныхъ условіяхъ и гексахлортолуолъ $C_6H_5Cl_6 . CH_3$. Бромъ, дѣйствуя на бензолъ на прямомъ солнечномъ свѣтѣ [6]) или просто на кипящій бензолъ [7]), даетъ въ обоихъ случаяхъ одинъ и тотъ же гексабромбензолъ $C_6H_6Br_6$. Изъ гетероциклическихъ соединеній, дающихъ подобную реакцію, можно отмѣтить тіофенъ: если въ растворъ β — іодтіофена въ сѣрнистомъ углеродѣ пропускать на холоду хлоръ, то не только происходитъ замѣна іода хлоромъ и замѣщеніе остальныхъ трехъ атомовъ водорода хлоромъ, но еще и присоединеніе новыхъ четырехъ атомовъ хлора къ образовавшемуся тетрахлортіофену, въ результатѣ чего получается C_4Cl_8S [1]). Такъ какъ его растворъ въ сѣрнистомъ углеродѣ не измѣняется отъ обработки растворомъ ѣдкаго натра, то нельзя этому соединенію приписывать структуру въ родѣ хлористаго іодбензола. Хорошимъ примѣромъ возможности присоеди-

---

1) *Faraday*. Gm. *4*, 682; *Régnault*. L. A. *15*, 67.
2) *Berthelot* et *Luca*. J. 1853, 453.
3) *Faraday*. A. de Chimie. [2], *30*, 274; *Mitscherlich*. Pogg. An. *35*, 370.
4) *Lesimple*. L. A. 137, 123.
5) *Pieper*. L. A. *142*, 304.
6) *Mitscherlich*. Pogg. An. *35*, 374.
7) *Meunier*. A. de Chimie [6], *10*, 270.
8) *Willgerodt*. J. pr. Chemie. [2], *33*. 150.

ненія галоида къ гетероциклическому соединенію можетъ служить также и дѣйствіе брома на замѣщенный фурфуранъ. Особый характеръ двойной связи внутри фурфурановаго кольца подтверждается, напр., дѣйствіемъ сѣрной кислоты на пирослизевую кислоту: дымящая сѣрная кислота на холоду не даетъ продуктовъ присоединенія, что было бы въ случаѣ присутствія обычной двойной связи, а замѣняетъ одинъ изъ водородовъ кольца, образуя соотвѣтствующую сульфокислоту, $\begin{matrix} CH = C - SO_3H \\ | \quad\quad >O \\ CH = C - COOH \end{matrix}$ (*Hill and Palmer*, *Am. 10*, 373). Пропуская пары брома вмѣстѣ со струей воздуха чрезъ воду, въ которой разболтана монобромослизевая кислота, Гиллъ [1]) среди продуктовъ полнаго распада и обромленія нашелъ тетрабромидъ дибромфурфурана ($\alpha\alpha$) — $C_4H_2Br_6O$. Съ спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали это тѣло даетъ тетрабромфурфуранъ C_4Br_4O. Съ бромомъ это послѣднее тѣло образуетъ дибромидъ C_4Br_6O [2]). Точно такъ же и $\alpha\alpha$ димбромфурфуранъ даетъ съ бромомъ тетрабромидъ $\alpha\alpha$-дибромфурфурана. Амидъ пирослизевой кислоты при 0° присоединяетъ 4 атома брома и даетъ тетрабромопроизводное $\begin{matrix} CHBr - CHBr \\ | \quad\quad >O \\ CHBr - CBr - CONH_2 \end{matrix}$ [3]). Такимъ же точно образомъ дѣйствуетъ сухой бромъ на самое кислоту и ея этиловый эѳиръ [4]). Аналогія между реакціями съ углеродистыми водородами C_nH_{2n} и циклическими соединеніями, какъ видно изъ вышеизложеннаго, въ достаточной мѣрѣ полна. Намъ остается обратить вниманіе на „окисленіе“ ненасыщенныхъ углеводородовъ. Эта реакція можетъ быть проведена, между прочимъ, дѣйствіемъ щелочнаго раствора марганцевокислаго калія, а также путемъ присоединенія хлорноватистой кислоты. При изслѣдованіи продуктовъ окисленія, такъ сказать оптомъ, т.-е. изучая конечные продукты, какъ это дѣлали О. и Ф. Цейдлеры [5]), трудно дать себѣ отчетъ о самомъ ходѣ реакціи. Если же дѣйствовать марганцевокислымъ каліемъ посте-

[1]) *Hill*. B. B. *16*, 1132.
[2]) *Hill* und *Harsthorn*. B. B. *18*, 450.
[3]) *Saunders*. An. *15*, 133.
[4]) *Tönnies*. B. B. *11*, 1086.
[5]) *O.* und *F. Zeidler*. L. A. *197*, 249.

пенно и на холоду, не давая по возможности окисляться уже образовавшимся продуктамъ, какъ это дѣлалъ Е. Е. Вагнеръ [1]), то удается выдѣлить именно эти первоначальные продукты реакціи, структура которыхъ опредѣляетъ и механизмъ самаго превращенія. Оказывается, что первымъ продуктомъ дѣйствія марганцевокислаго калія на ненасыщенный углеводородъ является гликоль, у котораго обѣ гидроксильныя группы расположены по мѣсту двойной связи. Реакція идетъ гладко, такъ что можно получать отъ 25 до 50 и болѣе процентовъ теоретическаго выхода гликоля. Этиленъ, изобутиленъ, изопропилэтиленъ, триметилэтиленъ, диметилэтиленъ (неоднородный), изодибутиленъ — дали соотвѣтствующіе гликоли:

$$R-CH=CH-R_1+O+H_2O=\begin{array}{l} R-CH-OH \\ \quad\quad\;\; | \\ R_1-CH-OH \end{array}.$$

Подобнымъ же образомъ Каріусу [2]) удалось получить, дѣйствуя на холоду хлорноватистой кислотой на этиленъ, амиленъ и цетенъ, этиленхлоргидратъ C_2H_5ClO, амиленхлоргидратъ $C_5H_{11}ClO$ и $C_{16}H_{33}ClO$ (цетенхлоргидратъ), т.-е. монохлориды гликолей. Изслѣдованія В. В. Марковникова [3]) и Анри [4]) подтвердили работы Каріуса, значительно расширивъ область изслѣдованія. И здѣсь Cl и OH присоединяются по мѣсту двойной связи:

$$R-CH=CH-R_1+HOCl=\begin{array}{l} R-CH-Cl \\ \quad\quad\;\; | \\ R_1-CH-OH \end{array}$$

Что касается бензольныхъ углеводородовъ съ боковой цѣпью, то окисленіе марганцевокислымъ каліемъ обычно ведетъ за собой превращеніе этой цѣпи (или цѣпей) въ карбоксильную группу. Однако же можно и здѣсь найти случаи, когда подобное окисленіе вызываетъ образованіе карбоксильныхъ группъ не на тѣхъ мѣстахъ, гдѣ были углеродистые радикалы: такъ, напр., ортометилэтилбензолъ даетъ не только ортотолуиловую кислоту или фта-

---

[1]) *G. Wagner.* B. B. *21,* 1230; *21,* 3346.

[2]) *Carius.* L. A. *126,* 195.

[3]) *В. В. Марковниковъ.* Ж. Р. Ф.-Х. О. S. 23.

[4]) *Henry.* B. B. *9,* 1033.

левую, но и *терефталевую*. Любопытно отмѣтить, что экспериментаторы — Клаусъ и Пищекъ [1]) — не получали пара-соединенія при нагрѣваніи и быстромъ окисленіи. Они же наблюдали образованіе *терефталевой* кислоты при окисленіи *орто*метилпропилбензола. Подобнаго рода перемѣны мѣста могутъ быть объяснены только при допущеніи возможности присоединенія новыхъ группъ по мѣсту двойныхъ связей и полнаго или частичнаго расщепленія ароматическаго ядра. Это тѣмъ болѣе должно быть допустимо, что всѣ работы Цинке [2]) и Гантча [3]) надъ дѣйствіемъ бромноватистой и хлорноватистой кислоты на бензольныя оксипроизводныя несомнѣнно приводятъ къ тому выводу, что передъ полнымъ расщепленіемъ цѣпи изъ шести атомовъ углерода всегда наступаетъ сначала присоединеніе Cl или Br, и гидроксила по мѣстамъ двойныхъ связей и измѣненіе числа атомовъ углерода въ замкнутой цѣпи. Эта сравнительная стойкость по отношенію къ окисленію марганцевокислымъ каліемъ въ щелочномъ растворѣ замѣчается и въ производныхъ фурфурана, напр., въ фурфуролѣ, который при окисленіи марганцевокислымъ каліемъ сохраняетъ фурфурановое ядро и даетъ пирослизевую кислоту [4]). Еще замѣтнѣе эта стойкость у тіофена, который по реакціямъ нитрованія [5]) и сульфированія [6]) положительно можетъ быть причисленъ къ ряду тѣлъ рѣзко выраженнаго ароматическаго характера: полученіе карбоновыхъ кислотъ тіофена основано именно на томъ, что боковая цѣпь (углеродистый радикалъ, ацетильная группа CH_3CO—, C_2H_5CO— и т. д.) легче разрушается, чѣмъ самое ядро, даже если оно содержитъ бромъ или іодъ. Напримѣръ, при окисленіи α—бромацетотіенона или α—іодацетотіенона получается α—бромъ (или іодъ) тіофенкарбоновая кислота [7]). Но и здѣсь не только дѣйствіе хлорноватистой или бромноватистой кислоты, вызывая присоединеніе новыхъ группъ, влечетъ за собой распаденіе ядра, но и продолжительное дѣйствіе того же марганцевокислаго калія, въ особенно-

[1]) *Claus* und *Pieszcek*. B. B. *19*, 3184, 3087.
[2]) *Zincke*. B. B. *23*, 3766; *24*, 912; *25*, 2219; *27*, 562.
[3]) *Hantzsch*. B. B. *20*, 2780; *21*, 2421; *25*, 827.
[4]) *Volhard*. L. A. *261*, 380.
[5]) *V. Meyer* u. *Stadler*. B. B. *17*, 2648.
[6]) *V. Meyer* u. *Kreis*. B. B. *16*, 2172; *Biedermann*. B. B. *19*, 1615.
[7]) *Gattermann* u. *Römer*. B. B. *19*, 690.

сти при кипяченіи, приводитъ къ тому же результату; такъ, напр., α—α—дитіенилъ въ этихъ условіяхъ превращается въ α—тіофенокарбоновую кислоту [1]).

Вотъ эти именно аналогіи и привели меня къ опытамъ приложенія реакціи Фриделя-Крафтса къ ненасыщеннымъ углеводородамъ типа C_nH_{2n}.

Реакція Фриделя и Крафтса [2]) состоитъ въ томъ, что при внесеніи хлористаго алюминія въ смѣсь хлорангидрида кислоты и углеводорода бензольнаго ряда, растворенныхъ въ сухомъ сѣрнистомъ углеродѣ, образуется сложное металлоорганическое соединеніе, обыкновенно довольно плохо растворимое въ сѣрнистомъ углеродѣ, которое послѣ обработки водой даетъ кетонъ ароматическаго ряда и продукты реакціи хлористаго алюминія съ водой. Реакція эта является поистинѣ универсальной: можно дѣйствовать на бензолъ или его гомологи безразлично или галоидангидридами ароматическихъ кислотъ, напр., хлористымъ бензоиломъ [3]) или галоидангидридами кислотъ ряда метана, напримѣръ, хлористымъ пропіониломъ, и въ обоихъ случаяхъ все равно получаются соотвѣтствующіе кетоны $C_6H_5COC_6H_5$ и $C_6H_5COCH_2CH_3$; галоидангидридъ можетъ быть взятъ отъ галоидозамѣщенной кислоты, напр., монохлоруксусной [4]) или дихлороуксусной [5]), и тогда получаются кетоны, несущіе въ группѣ ряда метана одинъ или два атома хлора: $C_6H_5COCH_2Cl$ и $C_6H_5COCHCl_2$. Вмѣсто бензольнаго углеводорода можно взять его бромо- или хлоропроизводное, напр., дѣйствовать хлористымъ ацетиломъ на монобромбензолъ [6]) или хлорбензолъ [7]), при чемъ получаются кетоны, содержащіе атомы галоида въ бензольномъ ядрѣ по схемѣ:

$$C_6H_5Br + CH_3COCl = HCl + CH_3COC_6H_4Br$$
$$C_6H_5Cl + CH_3COCl = HCl + CH_3COC_6H_4Cl$$

[1]) *Töhl*. B. B. *27*, 666; *Eberhard*. B. B. *27*, 2919.
[2]) *Friedel* et *Crafts*. Ann. de Chimie. [6], 1, 507; *14*, 455.
[3]) *Friedel* et *Crafts*. Ann. de Chimie. [6], 1, 507; *14*, 455.
[4]) *Pampel* und *Schmidt*. B. B. *19*, 2896.
[5]) *Friedel* et *Crafts*. Ann. de Chimie. [6], 1, 507; *14*, 455.
[6]) *H. Gauthier*. An. de Chimie. (6), *14*, 348.
[7]) *Schweizer*. B. B. *24*, 550.
[8]) *H. Gautier*. An. de Ch. (6), *14*, 373.

Даже менѣе стойкія іодопроизводныя могли быть введены въ реакцію, и изъ бензола при дѣйствіи на него хлорангидридомъ параіодбензойной кислоты удалось получить параіодбензофенонъ по схемѣ:

$$C_6H_6 + p\,C_6H_4JCOCl = HCl + C_6H_5 . COC_6H_4J$$ [1].

Тому же химику удалось получить и парадиіодобензофенонъ при дѣйствіи на іодбензолъ хлорангидрида параіодбензойной кислоты по схемѣ:

$$C_6H_5J + p . C_6H_4JCOCl = HCl + C_6H_4J . CO . C_6H_4J.$$

Реакція образованія кетона даетъ положительный результатъ безразлично, вводятъ ли въ нее хлорангидридъ нормальнаго строенія или соотвѣтствующее изосоединеніе: такъ, напр., Бюрке [2]) получилъ довольно гладко идущую реакцію съ масляным, а Шмидтъ съ изомаслянымъ хлорангидридомъ [3]). Изслѣдованія Краффта [4]) показали, что галоидангидриды жирныхъ кислотъ съ очень большимъ количествомъ атомовъ углерода въ цѣпи такъ же ведутъ къ образованію кетоновъ, какъ и обыкновенный хлористый ацетилъ:

$$C_6H_6 + C_{15}H_{31}COCl = HCl + C_{15}H_{31}COC_6H_5$$

или

$$C_6H_6 + C_{17}H_{35}COCl = HCl + C_{17}H_{35}COC_6H_5.$$

Введеніе въ реакцію галоидангидрида ненасыщенной кислоты, который, казалось бы, долженъ былъ подвергаться побочнымъ реакціямъ въ присутствіи хлористаго алюминія и выдѣляющагося хлористаго водорода, нисколько не нарушило ея обычнаго теченія, и хлорангидридъ акриловой кислоты далъ соотвѣтствующій кетонъ [5]). При введеніи въ реакцію съ бензоломъ галоидангидридовъ кислотъ, содержащихъ нитро- или сульфогруппы, удается получить нитрованные или сульфированные ароматическіе кетоны;

[1]) *Hoffmann*. L. A. *264*, 167.
[2]) *Burcker*. An. de Chim. (6). *26*. 467.
[3]) *Schmidt*. B. B. *22*, 3250.
[4]) *Krafft*. B. B. *19*, 2982; *21*, 2266.
[5]) *Moureu*. An. de Chim. (7), *2*, 199.

такъ, напримѣръ, при дѣйствіи на бензолъ хлорангидрида метанитробензойной кислоты получается метанитробензофенонъ:

$$C_6H_6 + m\text{-}C_6H_4(NO_2) . COCl = HCl + C_6H_4COC_6H_4NO_2$$ [1].

Дѣйствуя же на бензолъ ортосульфохлоридомъ бензойной кислоты Ремсенъ и Саундерсъ [2]) получили не только ортосульфохлоридъ бензофенона (a), но и бензоилсульфобензидъ b:

$$\text{a.}\quad C_6H_6 + o - C_6H_4(SO_2Cl)COCl = HCl + C_6H_5COC_6H_4SO_2Cl$$
$$\text{b.}\quad 2C_6H_6 + o - C_6H_4(SO_2Cl)COCl = 2HCl + C_6H_5COC_6H_4SO_2C_6H_5$$

Можно также вводить въ реакцію очень сложныя соединенія, даже содержащія кислородъ, какъ, напр., это было произведено Крафтомъ [3]), который реагировалъ на диметилрезорцинъ (диметоксибензолъ) хлорангидридомъ пальмитиновой кислоты и получилъ соотвѣтствующій кетонъ по схемѣ:

$$(CH_3O)_2C_6H_4 + C_{15}H_{31}COCl = HCl + p . C_{15}H_{31}COC_6H_3(OCH_3)_2.$$

Вообще говоря, реакція замѣщенія атома водорода въ бензольномъ ядрѣ ацильной группой R — CO — возможна, если есть въ бензольномъ ядрѣ хотя бы одинъ незамѣщенный атомъ водорода: пентаметилбензолъ $C_6H(CH_3)_5$ съ хлористымъ ацетиломъ легко даетъ (въ присутствіи хлористаго алюминія, конечно) кетонъ состава $C_6(H_3)_5COCH_3$ [4]). Наконецъ, могутъ быть и такіе случаи, когда происходитъ образованіе замкнутаго кольца (гетероциклическое производное) вслѣдствіе реакціи галоидангидрида, являющагося одной изъ функцій боковой цѣпи съ бензольнымъ ядромъ, къ которому присоединена эта боковая цѣпь; такое соединеніе получилъ, напримѣръ, Киппингъ [5]) при дѣйствіи хлористаго алюминія на хлорангидридъ β—фенилпропіоновой кислоты, растворенный въ сухомъ лигроинѣ. Образованіе α—гидриндона идетъ по схемѣ:

$$C_6H_5CH_2 . CH_2COCl = HCl + C_6H_4\begin{matrix} CH_2 \\ CO \end{matrix}\!\!>CH_2.$$

[1]) *Geigy* und *Königs*. B. B. *18*, 2717.
[2]) *Remsen* und *Saunders*. An. Ch. J. *17*, 356.
[3]) *Krafft*. B. B. *21*, 2269.
[4]) *Jacobsen*. B. B. *22*, 1218.
[5]) *Kipping*. Soc. *65*, 485.

Какъ и слѣдовало ожидать, введеніе ацетильной группы дѣйствіемъ хлористаго ацетила въ присутствіи хлористаго алюминія оказалось вполнѣ приложимымъ и къ поразительному аналогу бензола—тіофену: дѣйствуя на смѣсь лигроина, тіофена и хлористаго ацетила хлористымъ алюминіемъ, Брэдли [1]) получилъ ацетотіенонъ по схемѣ:

$$C_4H_4S + CH_3COCl = HCl + C_4H_3S \cdot COCH_3.$$

Гаттерманъ и Ремеръ [2]) въ аналогичныхъ условіяхъ примѣняли моно-хлор-, бром- и іодтіофенъ и получили, замѣщая одинъ атомъ водорода въ тіофеновомъ ядрѣ моно-хлор-, бром- и іодацетотіенонъ $C_4H_2ClS \cdot COCH_3$, $C_4H_2BrSCOCH_3$ и $C_4H_2JSCOCH_3$. Аналогичныя реакціи происходятъ въ томъ случаѣ, когда мы замѣняемъ тіофенъ его гомологами, напр., метилтіофеномъ [3]), диметилтіофеномъ (тіоксеномъ) [4]), диэтилтіофеномъ [5]) или хлористый ацетилъ—хлорангидридами другихъ кислотъ, напр., энантиловой (получается тіенилгексилкетонъ—$C_6H_{13}COC_4H_3S$) [6]) или изобутиловой (получается изобутиротіеномъ $(CH_3)_2CH \cdot CO \cdot C_4H_3S$ [7]). Аналогичнымъ образомъ получается и фенилтіенилкетонъ при дѣйствіи на тіофенъ хлористымъ бензоиломъ:

$$C_4H_4S + C_6H_5COCl = HCl + C_4H_3S \cdot CO \cdot C_6H_5 \text{ [8])}.$$

Во всѣхъ приведенныхъ примѣрахъ получаются несомнѣнно кетоны тіофеноваго ряда, дающіе какъ оксимы, такъ и соотвѣтствующіе фенилгидразоны.

Такимъ образомъ реакція Фриделя-Крафтса оказалась приложимой къ двумъ наиболѣе типичнымъ представителямъ углеродистыхъ соединеній, содержащихъ въ замкнутомъ кольцѣ (гетеро- и изоциклическаго характера) звенья ненасыщеннаго характера, хотя и не обладающимъ по существу типическими признаками

---

1) *Bradley*. B. B. *19*, 2115.
2) *Gatterman* und *Römer*. B. B. *19*, 689.
3) *Demouth*. B. B. *18*, 3024.
4) *Zelinsky*. B. B. *20*, 2019.
5) *Muhlert*. B. B. *19*, 635.
6) *Schleicher*. B. B. *19*, 668.
7) *Krekeler*. B. B. *19*, 675.
8) *Comey*. B. B. *17*, 790.

олефиновъ, при чемъ веществомъ, вызывающимъ эту реакцію, является *хлористый алюминій*. Съ другой стороны, изслѣдованія И. Кондакова [1]) показываютъ, что углеродистые водороды ряда этилена очень легко реагируютъ съ хлористымъ ацетиломъ въ присутствіи небольшихъ количествъ *хлористаго цинка*. Такъ, напр., при введеніи весьма незначительнаго количества хлористаго цинка въ смѣсь частичныхъ количествъ хлористаго ацетила и триметилэтилена происходитъ очень бурная реакція, такъ что „для устраненія потерь углеводорода, а также для предотвращенія измѣненій первоначальныхъ продуктовъ реакціи“ колбу приходилось охлаждать холодной водой. По окончаніи реакціи жидкость выливали въ ледяную воду, нейтрализовали щелочью кислоты, отдѣляли маслянистый легкій слой, который послѣ промыванія водой и высушиванія перегоняли. Получался продуктъ состава ($K_{31} = 75^0 - 78^0$) $C_7H_{13}ClO$ — продуктъ прямого присоединенія хлористаго ацетила къ триметилэтилену, возможнаго строенія $(CH_3)_2CCl . CH(CH_3)COCH_3$. Изъ воднаго же раствора послѣ перегонки и высаливанія поташемъ И. Кондаковъ получилъ ненасыщенный кетонъ состава $C_7H_{12}O$—въ видѣ смѣси двухъ изомеровъ (съ точками кипѣнія 143^0—147^0 и 147^0—153^0) : $(CH_3)_2C : C(CH_3)COCH_3$ и $(CH_3)(CH_3CH_2)C . CH . COCH_3$. Повторяя же эту реакцію съ двумя частицами углеводорода на одну частицу хлористаго ацетила (чтобы избыткомъ углеводорода связывать выдѣляющійся хлористый водородъ), И. Кондаковъ получилъ почти только хлорокетоны, при чемъ пришлось реакцію вести въ условіяхъ, устраняющихъ сильное разогрѣваніе. Изобутиленъ (реакція велась въ запаянныхъ трубкахъ) далъ почти исключительно чистую (129^0 — 130^0) окись мезитила съ очень ничтожной примѣсью ацетона и хлорокетона. Дѣйствіе хлористаго ацетила въ такихъ же условіяхъ на симметрическій метилэтилэтиленъ приводитъ къ образованію хлористаго вторичнаго амила ($K = 104^0$ -- 106^0), непредѣльнаго кетона (153^0 — 159^0) и предѣльнаго хлорокетона (195^0—200^0). При пропусканіи струи сухого пропилена до прекращенія поглощенія въ хлористый ацетилъ съ хлористымъ цинкомъ получался главнымъ образомъ тяжелый, нерастворимый въ водѣ продуктъ съ температурой кипѣнія 78^0—82^0 при 20 mm. Болѣе легко летучаго продукта (37^0 -- 39^0

[1]) *И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *26*, 5 и далѣе.

при обыкновенномъ давленіи) было очень мало. Онъ оказался хлористымъ изопропиломъ. Замѣчу при этомъ, что главная часть, *содержащая хлоръ* (34, 85%) не реагируетъ ни съ водой при 110°, ни съ ѣдкимъ натромъ, ни съ гидроксиламиномъ. Составъ по содержанію хлора близокъ къ $C_{10}H_{14}Cl_2$(34,63% хлора). Растворимый въ водѣ продуктъ не представляетъ однороднаго тѣла, содержитъ хлоръ и состоитъ, по соображеніямъ И. Кондакова, изъ хлоргидрина гидрацетилацетона—$CH_3CHClCH_2COCH_3$(K_{758}=159°—160°) съ примѣсью нѣкотораго количества Клайзеновскаго гидрацетилацетона—продукта конденсаціи уксуснаго альдегида съ ацетономъ [1]) $CH_3CH(OH)CH_2COCH_3$. Кромѣ того, въ наиболѣе растворимой въ водѣ части, повидимому, заключается около 40% этилиденацетона—$CH_3CH = CH . COCH_3$—продукта отщепленія элементовъ воды отъ гидрацетилацетона [2]). Эти наблюденія въ связи съ изученіемъ продуктовъ присоединенія хлористаго цинка къ углеводородамъ ряда этилена [3]), а также изученіе реакціи между ангидридами кислотъ [4]) или самими кислотами [5]) и гомологами этилена подъ вліяніемъ хлористаго цинка даютъ И. Кондакову поводъ высказаться въ томъ смыслѣ, что галоидныя соединенія алюминія являются болѣе подходящими возбудителями для синтезовъ въ ароматическомъ ряду, тогда какъ хлористый цинкъ преимущественно пригоденъ для синтезовъ ряда жирнаго. На основаніи высказанныхъ имъ соображеній можно было бы думать, что для полученія ненасыщенныхъ кетоновъ ряда этилена изъ хлористаго ацетила и соотвѣтствующихъ углеродистыхъ водородовъ наиболѣе подходящимъ возбудителемъ явится именно хлористый цинкъ [6]). Однако же

---

[1]) *Claisen*. B. B. *25*, 3166.

[2]) *Claisen*. B. B. *25*, 3166.

[3]) *И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *25*, 353.

[4]) *И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *26*, 225.

[5]) *И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *26*, 439.

[6]) Я называю хлористый цинкъ возбудителемъ реакціи, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ онъ является несомнѣнно катализаторомъ; изслѣдованія Д. П. Коновалова надъ образованіемъ третичнаго уксуснаго амила изъ триметилэтилена и уксусной кислоты показали (Ж. Р. Ф.-Х. О. *20*, 534), что черезъ три мѣсяца образуется до 2% эфира. Точно такъ же Бегаль и Дегре (*Béhal* et *Desgrez*, C. R. *114*, 676) получили эѳиры, дѣйствуя на уксусную кислоту метилгексилэтиленомъ и гептиленомъ при 300° въ запаянныхъ трубкахъ въ те-

надо имѣть въ виду то обстоятельство, что по И. Кондакову способность образовать кристаллическія соединенія съ хлористымъ цинкомъ развита только у тѣхъ этиленныхъ углеводородовъ, которые при двойной связи заключаютъ третичный углеродъ [1]), а съ этой способностью связана и возможность введенія ихъ въ реакцію; исходя изъ этого положенія, можно было предположить, что хлористый цинкъ не будетъ давать возможности получать ненасыщенные кетоны въ такомъ же разнообразіи компонентовъ, какъ это наблюдается при реакціи съ хлористымъ алюминіемъ, въ присутствіи котораго реакція полученія ароматическихъ (бензольныхъ и тіофеновыхъ) кетоновъ не удается только въ двухъ случаяхъ: въ томъ случаѣ, когда нѣтъ въ ядрѣ свободнаго незамѣщеннаго атома водорода и когда взятое въ реакцію тѣло подвергается разрушенію въ присутствіи хлористаго алюминія. Поэтому-то очень желательно было попробовать примѣнить реакцію Фриделя-Крафтса къ этиленнымъ углеводородамъ, пользуясь хлористымъ или бромистымъ алюминіемъ. Надежда на успѣшный результатъ подкрѣплялась цѣлымъ рядомъ фактовъ, уничтожающимъ рѣзкую границу между дѣйствіемъ хлористаго цинка и хлористаго алюминія. Дѣйствительно, Г. Г. Густавсонъ показалъ, что бромистый водородъ реагируетъ съ этиленомъ въ присутствіи бромистаго алюминія. Онъ же доказалъ существованіе соединенія бромистаго алюминія съ этиленомъ [2]). Комбъ получилъ ацетилацетонъ, разлагая водой сложное соединеніе, получающееся въ результатѣ дѣйствія хлористаго алюминія на хлористый ацетилъ [3]). Съ другой стороны Клингель, дѣйствуя уксуснымъ ангидридомъ (который дѣйствуетъ въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія аналогично хлористому ацетилу) на ортотолуидинъ въ присутствіи хлористаго цинка получилъ ортоамидометаметилтолилкетонъ:

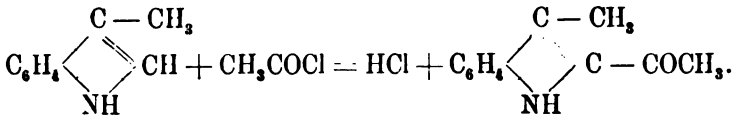
ченіе 20—25 часовъ. Въ присутствіи же хлористаго цинка (*И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *25*, 442) образованіе третичнаго уксуснаго амила идетъ настолько быстро, что уже черезъ 20 часовъ (при обыкновенной температурѣ) можно получить до 20% его.

[1]) *И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *20*, 359.

[2]) *Г. Г. Густавсонъ*. Органическія соединенія въ ихъ отношеніи къ галоидным солямъ алюминія. 45 и д.

[3]) *Combes*. An. de Chimie. [6], *12*, 199.

$CH_3 — CO — C_6H_3 \begin{matrix} CH_3 \\ NH_2 \end{matrix}$ [1]). Точно такъ же Маньянини получилъ ацетильное производное скатола, дѣйствуя на скатолъ хлористымъ ацетиломъ въ присутствіи опять-таки хлористаго цинка [2]).



Положительный результатъ, т.-е. возможность образованія ненасыщенныхъ кетоновъ при условіяхъ аналогичныхъ тѣмъ, которыя необходимы для успѣшнаго хода взаимодѣйствія въ случаѣ ароматическихъ углеводородовъ, могъ бы распространить реакцію Фриделя-Крафтса на всѣ соединенія, содержащія группу или группы $= CH —$ или CH_2. Если бы, наоборотъ, оказалось, что эта реакція къ этиленнымъ углеродистымъ водородамъ не приложима, то она могла бы послужить пріемомъ для изслѣдованія тѣхъ углеродистыхъ водородовъ типа C_nH_{2n}, для которыхъ не исключается возможность присутствія замкнутаго полиметиленоваго кольца, такъ какъ изслѣдованія Д. П. Посыпкина, П. П. Лебедева, С. Ѳ. Дмитріева, С. В. Сабашникова и С. Д. Машкова, произведенныя въ лабораторіи органической химіи Московскаго университета по порученію Н. Д. Зелинскаго, доказали возможность приложенія этой реакціи къ полиметиленовымъ углеродистымъ водородамъ [3]). Возможность же присутствія въ различныхъ углеродистыхъ водородахъ полиметиленовыхъ колецъ вполнѣ допустима во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда образованіе углеводорода C_nH_{2n} является результатомъ отщепленія отъ насыщеннаго соединенія какихъ бы то ни было группъ атомовъ, такъ какъ „ближайшими“ атомами могутъ быть и ближайшіе въ стереохимическомъ значеніи, хотя и очень удаленные въ рядовой цѣпи.

Въ результатѣ высказанныхъ соображеній и явилась предлагаемая работа. Для возможно правильнаго оріентированія я ста-

---

[1]) *Klingel.* B. B. *18,* 2696.
[2]) *Magnanini.* B. B. *21,* 1938.
[3]) Ж. Р. Ф.-Х. О. *31,* 402.

рался по возможности мѣнять условія реакціи, сообразно со всѣми тѣми модификаціями метода Фриделя-Крафтса, которыя примѣнялись изслѣдователями въ различныхъ случаяхъ. Углеродистые водороды я бралъ такіе, чтобы можно было по извѣстному уже строенію полученнаго кетона сдѣлать извѣстныя заключенія о порядкѣ замѣщенія водорода ацетильной группой. Порядокъ описанія отдѣльныхъ опытовъ отвѣчаетъ дѣйствительному ихъ порядку во времени. Работа эта исполнена мною въ лабораторіи органической химіи Московскаго университета въ свободное отъ исполненія обязанностей лаборанта время. Докладъ о ней я сдѣлалъ въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества испытателей природы. 20 апрѣля 1906 г. Совѣту Московскаго Общества испытателей природы, при содѣйствіи котораго напечатана эта работа, считаю своимъ долгомъ выразить мою глубокую благодарность. Равнымъ образомъ выражаю свою горячую признательность дружной семьѣ московскихъ астрономовъ, гостепріимствомъ которыхъ пользовался лѣтомъ 1908 года въ то время, когда приводилъ въ порядокъ и подготовлялъ къ печати свою работу.

Приготовленіе бромистаго алюминія.

Для приготовленія значительныхъ количествъ бромистаго алюминія я пользовался способомъ Г. Г. Густавсона [1]): чистый продажный листовый алюминій нарѣзывали небольшими кусками (около 0,75 сант. ширины и 3—4 сант. длины) и набивали ими довольно туго трудноплавкую стеклянную трубку соотвѣтствующей толщины, длиною сант. въ 50. У концовъ трубки нарѣзанные кусочки удерживались небольшими спиралями изъ алюминіевой жести. Въ одинъ конецъ трубки вставляли отводную трубочку небольшой вюрцевской колбочки, плотно обмотанной азбестовымъ шнуромъ, а на другой конецъ надѣвали—тоже при помощи азбестоваго шнура—большую вюрцевскую колбу шоттовскаго стекла. Трубка располагалась нѣсколько наклонно, чтобы образующійся бромистый алю-

---

[1]) *Г. Г. Густавсонъ.* Органическія соединенія въ ихъ отношеніи къ галоиднымъ солямъ алюминія, стр. 2.

миній могъ безпрепятственно стекать въ колбу-пріемникъ. Въ маленькую колбу вставляли капальную воронку съ оттянутымъ въ капилляръ концомъ, въ которую вливали надлежащее (немного менѣе теоретическаго количества) сухого брома. Отводящую трубочку колбы-пріемника закрывали предохранительной трубкой съ хлористымъ кальціемъ. Маленькую колбочку нагрѣвали въ небольшой фарфоровой чашкѣ съ параффиновымъ масломъ градусовъ до 120°, прогрѣвали слегка всю трубку съ алюминіемъ прямо горѣлкой и затѣмъ, значительно нагрѣвъ верхнюю часть трубки, начинали капать бромъ. Сейчасъ же начинается реакція алюминія съ парами брома, и дальнѣйшее нагрѣваніе дѣлается излишнимъ: приходится только слегка прогрѣвать нижнюю часть трубки, чтобы образовавшійся бромистый алюминій не застывалъ въ трубкѣ, а стекалъ бы непрерывно въ пріемникъ. Струю паровъ брома легко можно регулировать такимъ образомъ, чтобы бромъ весь входилъ въ реакцію. Отмѣчу при этомъ, что всѣ образцы листового алюминія по окончаніи реакціи съ бромомъ оставляли легкій—по виду углистый—остатокъ, бромистый же алюминій былъ темнаго цвѣта и въ немъ легко было доказать присутствіе желѣза. Для очищенія сырой продуктъ приходилось перегонять. Перегонку я велъ изъ той же колбы-пріемника, присоединивъ къ ней холодильную трубку тугоплавкаго стекла и насыпавъ въ нее мелко нарѣзаннаго алюминія, чтобы связать бромъ и превратить бромное желѣзо въ бромистый алюминій, по уравненію: $Al + FeBr_3 = AlBr_3 + Fe$. Очень удобно вставить конецъ холодильной трубки въ тубусъ аппарата Брюля и такимъ образомъ собирать непрерывно чистый бромистый алюминій въ широкія пробирки, вѣсъ которыхъ извѣстенъ. Пробирки съ застывшимъ бромистымъ алюминіемъ легко сохранять въ широкогорлой банкѣ съ притертой и запараффинированной пробкой. Большія количества бромистаго алюминія я собиралъ въ вюрцевскую колбу и потомъ запаивалъ обѣ ея трубки. Хранился чистый бромистый алюминій всегда въ темномъ мѣстѣ.

Впослѣдствіи я совершенно оставилъ этотъ способъ приготовленія бромистаго алюминія и перешелъ къ способу В. А. Смирнова [1]), по которому можно получать очень легко, а главное быстро, не

[1]) *D-r Wassily Smirnoff.* Beiträge zur Kenntniss der Friedel-Crafts'schen Reaction, стр. 34.

разбирая постоянно прибора, значительныя количества бромистаго алюминія: употребляя соотвѣтствующей величины реторты, можно получить въ одинъ пріемъ хотя бы нѣсколько килограммовъ бромистаго алюминія. Надо замѣтить, что я обыкновенно получалъ не болѣе половины килограмма за одинъ разъ. Реакцію ведутъ въ въ тубулированной ретортѣ тугоплавкаго стекла. Реторты Шотта прекрасно выдерживаютъ операцію, если только непрореагировавшій алюминій не сплавится во время реакціи: тогда реторта неизбѣжно лопается. Шейка реторты направлена вверхъ, приблизительно подъ угломъ въ 40°; въ нее плотно вставленъ конецъ длиннаго либиховскаго холодильника, плотно обернутый мягкой азбестовой бумагой или обмотанный азбестовымъ шнуркомъ. Другой конецъ холодильника закрытъ предохранительной трубочкой съ хлористымъ кальціемъ. Въ тубусъ реторты вставлена, опять-таки при помощи азбестоваго шнура или бумаги, капальная воронка съ оттянутымъ въ капилляръ концомъ. Реторта на $^2/_3$ наполнена мелко изрѣзаннымъ листовымъ алюминіемъ [1]). Реторту обогрѣваютъ большимъ пламенемъ бунзеновской горѣлки до тѣхъ поръ, пока не прогрѣется весь алюминій, и затѣмъ, отнявъ горѣлку, начинаютъ вводить бромъ сначала медленно, а потомъ все быстрѣе и быстрѣе. Если сразу ввести много брома, то реакція пойдетъ слишкомъ бурно, и не только часть брома, несмотря на длинный и хорошо работающій холодильникъ, будетъ потеряна, но легко можетъ произойти та катастрофа, о которой упоминалось въ началѣ описанія способа. Если реакція идетъ вполнѣ правильнымъ темпомъ и алюминій не слишкомъ раскаляется, то только самая передняя часть холодильника заполнена парами брома. Надо, кромѣ того, внимательно слѣдить за тѣмъ, чтобы въ ретортѣ не накопилось слишкомъ много непрореагировавшаго брома. Если это почему-либо случилось, то надо осторожно нагрѣть реторту на голомъ огнѣ (лучше, если нагрѣваются верхніе слои алюминія) и тѣмъ самымъ ускорить реакцію. Полезно брать бромъ въ количествѣ нѣсколько меньшемъ противъ теоріи, примѣрно процентовъ на 4—5: тогда послѣ нѣсколькихъ повторныхъ охлажденій (бромъ изъ холодильника собирается въ реторту) и нагрѣваній можно

[1]) Вмѣсто него можно брать крупный порошокъ алюминія (Aluminiumgries), мелко нарѣзанную алюминіевую проволоку или крупныя алюминіевыя опилки.

получить прекрасный, не содержащій брома бромистый алюминій. Для удаленія постороннихъ примѣсей, главнымъ образомъ бромнаго желѣза, продуктъ, конечно, приходится перегонять. Полученный препаратъ обыкновенно бываетъ совершенно безцвѣтенъ, если, конечно, не собираютъ его малыми порціями, постоянно прерывая перегонку. Въ послѣднемъ случаѣ, благодаря продолжительному соприкосновенію паровъ бромистаго алюминія съ кислородомъ воздуха, легко можетъ наступить частичное окисленіе и, какъ результатъ его, окрашиваніе въ розоватый и даже въ темно-вишневый цвѣтъ. Выходы—теоретическіе, считая, конечно, на взятый бромъ.

Въ недавнее время былъ опубликованъ еще одинъ способъ приготовленія большихъ количествъ бромистаго алюминія [1]). Хотя я и не пользовался этимъ способомъ, но для полноты изложенія опишу и его. „Тубулатная реторта была соединена съ трубкой изъ тугоплавкаго стекла, положенной на печь для органическаго анализа, расположенную нѣсколько наклонно. Конецъ трубки загибался книзу и былъ вставленъ въ пріемникъ, въ другое горло котораго была введена длинная трубка, отводившая неуспѣвшіе прореагировать пары брома въ тягу. Всѣ мѣста соединеній скрѣплялись помощью азбестовой бумаги. Въ реторту всыпались алюминіевыя стружки (до 200 гр.), тугоплавкая трубка тоже наполнялась алюминіевыми стружками. Сперва тугоплавкая трубка нагрѣвалась, и для успѣха опытовъ нужно, чтобы она была нагрѣта до того, чтобы какъ бромъ, такъ и образующійся бромистый алюминій не сгущались въ жидкость. Когда трубка достаточно прогрѣлась, чрезъ воронку, вставленную въ тубусъ реторты, начинаютъ приливать по каплямъ бромъ. Паденіе каждой капли вызывало вспышку, при чемъ сначала возгонялось какое-то темное вещество, не имѣющее вида бромистаго алюминія, повидимому, бромистыя соединенія желѣза. Такъ какъ алюминіевыя стружки въ тугоплавкой трубкѣ быстро сгораютъ, то ее нужно замѣнять нѣсколько разъ новой или же наполнять вновь алюминіевыми стружками. Приготовленіе бромистаго алюминія идетъ быстро: въ теченіе 5 часовъ можно прилить около 1800 гр. брома, при чемъ

[1]) *Н. А. Каблуковъ.* О приготовленіи бромистаго алюминія и его скрытой теплотѣ плавленія. Ж. Р. Ф.-Х. О. Томъ 40, стр. 485.

тугоплавкую трубку приходится мѣнять раза три-четыре. Когда весь бромъ былъ прилитъ, бромистый алюминій и бромъ, отогнавшіеся въ пріемникъ, были перелиты въ реторту, которая была потомъ соединена съ длинной трубкой отъ холодильника (взамѣнъ тугоплавкой трубки), и бромистый алюминій былъ отогнанъ, при чемъ пріемниками служилъ рядъ пробирокъ, которыя тотчасъ же по наполненіи бромистымъ алюминіемъ были запаяны... Описанный способъ позволяетъ приготовить въ короткое время большія количества бромистаго алюминія". Изъ описанія этого способа видно, что онъ представляетъ собой способъ В. А. Смирнова, но только усложненный необходимостью постоянной перемѣны трубки, т.-е. какъ разъ той именно операціей, ради которой оставляютъ классическій способъ Г. Г. Густавсона. Способъ же В. А. Смирнова замѣчательно простъ и удобенъ, но, къ сожалѣнію, мало распространенъ; мы не находимъ ссылки на него у многихъ химиковъ, которымъ приходилось готовить большія количества бромистаго алюминія.

Для опытовъ съ хлористымъ алюминіемъ я пользовался препаратомъ отъ фабрики Лагемана въ Эрфуртѣ. Въ сомнительныхъ случаяхъ препаратъ изслѣдовали, растворяя его въ сухомъ сѣрнистомъ углеродѣ: если оставалось слишкомъ много нерастворимаго осадка, препаратъ въ работу не употреблялся.

Хлористый ацетилъ я употреблялъ исключительно кальбаумовскій и никакой особенной очисткѣ или обработкѣ его не подвергалъ, считая, что небольшіе слѣды трехлористаго фосфора почти невозможно удалить дробной перегонкой, тѣмъ болѣе что они не могутъ сколько-нибудь замѣтнымъ образомъ вліять на общій ходъ реакціи.

Приготовленіе бромистаго ацетила.

Методъ полученія и свойства бромистаго ацетила первоначально были описаны Галемъ [1]), который вводилъ въ реакцію 33 гр. краснаго фосфора, 90 гр. уксусной кислоты и 240 гр. брома. Эти количества соотвѣтствуютъ уравненію:

$$3\ CH_3COOH + 2\ P + 3\ Br_2 = 3\ CH_3COBr + 3\ HBr + P_2O_3.$$

[1]) *Gal.* L. A. *129,* 53.

Чтобы избѣжать непроизводительной потери половины взятаго въ реакцію брома въ видѣ бромистаго водорода, я воспользовался способомъ Гелля [1]), предложеннымъ имъ для бромированія кислотъ, видоизмѣненнымъ Н. Д. Зелинскимъ [3]), и вводилъ въ реакцію количества уксусной кислоты, брома и фосфора по уравненію:

$$4\,CH_3COOH + P + 5\,Br = 4\,CH_3COBr + H_3PO_4 + HBr.$$

Реакцію я велъ въ объемистой ретортѣ (иногда faute de mieux и въ вюрцевской колбѣ), соединенной съ длиннымъ, хорошо дѣйствующимъ холодильникомъ. Въ тубусъ нѣсколько вверхъ направленной реторты вставляли капальную воронку съ оттянутымъ въ капилляръ концомъ. Конецъ холодильника былъ закрытъ трубкой съ хлористымъ кальціемъ, отъ которой шла книзу стеклянная трубочка, погруженная въ колбочку съ водой. Конецъ трубочки, конечно, не былъ погруженъ въ воду. Красный фосфоръ въ теченіе нѣсколькихъ дней стоялъ въ эксиккаторѣ надъ сѣрной кислотой. Бромъ нѣсколько разъ взбалтывали съ крѣпкой сѣрной кислотой и затѣмъ перегоняли. Уксусная кислота была ледяная (Eisessig), отъ Кальбаума. Въ реторту вводили 15,5 гр. фосфора, обливали его 120 гр. уксусной кислоты и затѣмъ при сильномъ взбалтываніи и внѣшнемъ охлажденіи ледяной водой и льдомъ постепенно капали бромъ, вводя его въ количествѣ 200 гр. Выдѣленіе бромистаго водорода было слабое. Такъ какъ предварительный опытъ съ маленькими количествами показалъ, что при началѣ перегонки происходитъ обильное выдѣленіе бромистаго водорода, то и было необходимо слегка подогрѣть продуктъ реакціи градусовъ до 80°. По окончаніи выдѣленія газа въ колбочкѣ оказалось 188 гр. бромистоводородной кислоты удѣльнаго вѣса 1,165. Слѣдовательно, всего бромистаго водорода выдѣлилось (уд. вѣсъ 1,165 отвѣчаетъ 20%-ному раствору) 38 гр., по вышеприведенному уравненію должно было получиться 40,5 грамма. Послѣ этого продуктъ реакціи подвергали перегонкѣ на масляной банѣ, собирая въ плотно надѣтую на холодильникъ вюрцевскую колбу, закрытую предохранительной хлорокальціевой трубочкой, перегонъ отъ 75° до 85°.

---

[1]) *Hell.* B. B. *14,* 891; B. B. *21,* 1725.

[3]) *Zelinsky.* B. B. *20,* 2026. Ср. *Volhard.* L. A. *242,* 141 и B. B. 21, 1904.

Полученную желтоватую жидкость перегоняли еще разъ, собирая продуктъ, кипящій при 80°—82° (давленіе было 745 mm.; температура кипѣнія бромистаго ацетила по указанію Галя, loco citato,— 81°). Для того чтобы по возможности предохранить продуктъ отъ дѣйствія влаги, конецъ холодильника былъ вставленъ въ боковой тубусъ аппарата Горбова и Кесслера, въ которомъ стояли стклянки съ притертыми пробками и стклянoчки для запаиванія. Нижній тубусъ аппарата былъ закрытъ хлорокальціевой трубочкой. Выходы чистаго бромистаго ацетила не превышали 70%. Наилучшіе выходы получались при работѣ съ 200—250 гр. брома. Увеличеніе количествъ реагирующихъ тѣлъ понижало выходы, вѣроятно, вслѣдствіе образованія монообромленнаго уксуснаго ангидрида. Хранилъ я бромистый ацетилъ въ темнотѣ. Надо замѣтить въ заключеніе, что при работѣ всѣ соединенія частей приборовъ были сдѣланы при помощи азбестоваго шнура или мягкой азбестовой бумаги: пары бромистаго ацетила необычайно быстро дѣйствуютъ на обыкновенныя пробки, которыя въ самое короткое время разбухаютъ, разрыхляются и затѣмъ совершенно разрушаются. Каучуковыя пробки быстро разъѣдаются имъ и продуктами своего распада сильно загрязняютъ приготовляемый препаратъ. Бромистый ацетилъ (въ особенности средняя часть погона) получается почти безцвѣтный и желтѣетъ только при стояніи на свѣту.

Приготовленіе растворителей.

Почти во всѣхъ моихъ опытахъ въ качествѣ растворителя употреблялся сѣрнистый углеродъ. Для очищенія продажнаго продукта его подвергали сильному и продолжительному взбалтыванію въ большой дѣлительной воронкѣ послѣдовательно со ртутью, съ насыщеннымъ растворомъ сулемы и, наконецъ, съ трехпроцентнымъ растворомъ марганцевокислаго калія. Въ двухъ послѣднихъ случаяхъ раствора брали по объему столько же, сколько и сѣрнистаго углерода.

Отмытый водой продуктъ высушивали въ темнотѣ большимъ количествомъ свѣжепрокаленнаго хлористаго кальція и надъ нимъ же перегоняли. Въ началѣ работы мнѣ казалось нелишнимъ наполнять колонку дефлегматора (сант. 5 въ діаметрѣ и около 60 сант. длины) вмѣсто стеклянныхъ бусъ кусочками свѣжесплавленнаго хлористаго

кальція, но потомъ я убѣдился, что этотъ пріемъ только усложняетъ работу, не представляя въ то же время какихъ-либо преимуществъ. Полученный такимъ образомъ сѣрнистый углеродъ кипѣлъ при 46°,5—47° (различные образцы) и обладалъ весьма слабымъ, довольно пріятнымъ запахомъ эѳирнаго характера. При выпариваніи даже очень большихъ количествъ не оставлялъ ни малѣйшаго слѣда какого бы то ни было остатка. Бромистый алюминій (изъ запаянной трубочки) растворялся въ немъ безъ всякой мути, и это послѣднее обстоятельство убѣждало меня въ очень большой чистотѣ моего сѣрнистаго углерода.

Сѣрнистый углеродъ, разъ бывшій въ употребленіи, не поступалъ въ дѣло вторично. Чистый препаратъ сохранялся въ склянкѣ съ хлорокальціевой предохранительной трубкой большаго размѣра, конечно, въ темнотѣ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ пришлось прибѣгнуть въ качествѣ растворителя къ продажному кальбаумовскому гексану изъ петролейнаго эѳира. Продажный продуктъ слили въ трехлитровой стклянкѣ съ равнымъ объемомъ трехпроцентнаго раствора марганцевокислаго калія и взбалтывали въ теченіе трехъ рабочихъ дней на машинѣ. Верхній слой былъ осторожно отдѣленъ, тщательно промытъ водой и высушенъ сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ. Сухой продуктъ обрабатывали въ колбѣ съ обратнымъ холодильникомъ и капальной воронкой при слабомъ нагрѣваніи на водяной банѣ хлористымъ ацетиломъ и хлористымъ алюминіемъ, при чемъ на каждые 100 граммовъ гексана брали 50 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ и 25 гр. хлористаго ацетила (приблизительно по $^1/_3$ граммомолекулы). Смѣсь все время (часа 2—3) сильно взбалтывали, прибавляя хлористый ацетилъ по частямъ. Выдѣленіе хлористаго водорода было незначительное. Не вошедшій въ реакцію гексанъ слили съ грязнобуро-зеленаго осадка на днѣ, перегоняли и снова подвергли взбалтыванію на машинѣ съ равнымъ объемомъ трехпроцентнаго раствора марганцевокислаго калія, къ которому для лучшаго превращенія всей жидкости въ эмульсію прибавили немного крѣпкаго раствора ѣдкаго кали. Взбалтываніе продолжалось около 8 часовъ. За это время образовалось самое ничтожное количество—почти слѣды—перекиси марганца. Если принять во вниманіе, что первоначальный погонъ могъ содержать слѣды кетоновъ, то это ничтожное раскисленіе марганцевокислаго калія можно при-

писать имъ. Послѣ раздѣленія слоевъ гексанъ промыли нѣсколько разъ водой, высушили большимъ количествомъ хлористаго кальція и перегоняли на водяной банѣ, собирая первыя $^3/_4$ отгона. Температура кипѣнія не опредѣлялась, такъ какъ для меня было важно имѣть не индивидуальный продуктъ, а такой растворитель, въ которомъ не было бы примѣси соединеній, легко реагирующихъ съ хлористымъ ацетиломъ въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія, т.-е. ароматическихъ, циклическихъ и ненасыщенныхъ углеводородовъ ряда C_nH_{2n}. Опыты съ пропиленомъ подтвердили цѣлесообразность предпринятой обработки продажнаго гексана, а также и его относительную чистоту въ смыслѣ отсутствія указанныхъ группъ углеродистыхъ соединеній.

Дѣйствіе галоидангидридовъ уксусной кислоты на триметиленъ въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія.

Основнымъ матеріаломъ для полученія триметилена, необходимаго для этой реакціи, служилъ кальбаумовскій бромистый триметиленъ. Такъ какъ самый способъ его фабричнаго полученія—послѣдовательное насыщеніе сухимъ бромистымъ водородомъ бромистаго аллила на холоду [1])—не исключаетъ возможности примѣси къ нему бромистаго пропилена, то продажный продуктъ подвергался очень тщательной обработкѣ. Прежде всего его перегоняли, собирая фракцію 164° — 166° при обыкновенномъ давленіи или 58°—59° при 9 mm—10 mm. Собранный перегонъ (въ большинствѣ случаевъ выше и ниже указанныхъ предѣловъ температуры отгонялось очень незначительное количество бромида) подвергали переработкѣ, предложенной Г. Г. Густавсономъ [2]): въ колбу съ обратно поставленнымъ холодильникомъ вносили 150 грам. бромистаго триметилена, 150 гр. 95-процентнаго алкоголя и 25 гр. свѣжей цинковой пыли. Конецъ холодильника былъ плотно замкнутъ пробкой, отъ которой шла отводящая трубка къ большому газометру. Затѣмъ колбу начинали осторожно подогрѣвать на водяной банѣ. При температурѣ бани въ 50°—55° начинается за-

[1]) *Erlenmeyer*. L. A. *197*, 180.

[2]) *Г. Г. Густавсонъ*. Извѣстія Императорской Академіи наукъ, 1899 годъ, томъ X, № 2.

мѣтное выдѣленіе углеводорода, достигаетъ при 70 приблизительно градусахъ наибольшей силы, послѣ чего, несмотря на продолжающееся повышеніе температуры бани, начинаетъ мало-по-малу затихать. Обыкновенно при этихъ условіяхъ собиралось около 4—4$^1/_2$ литровъ углеводорода (газометры были вымѣрены и раздѣлены на полулитры). Послѣ этого горячій спиртовой растворъ бромида быстро отфильтровывали чрезъ складчатый фильтръ, предварительно смоченный горячимъ спиртомъ, отъ осадка на днѣ колбы, и осаждали непрореагировавшій бромистый триметиленъ избыткомъ воды до прекращенія образованія мути. Вполнѣ отстоявшійся тяжелый слой отдѣляли дѣлительной воронкой, промывали сначала слабымъ растворомъ соляной кислоты, затѣмъ нѣсколько разъ водой и высушивали свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ. Въ среднемъ обыкновенно получалось около 100 гр. такого сыраго продукта. Высушенный продуктъ перегоняли съ дефлегматоромъ Ле-Беля (съ тремя шариками, безъ сѣтокъ). Главная масса, которую и собирали, кипѣла при 165°,5 при 749 mm. Такого чистаго продукта получалось въ среднемъ изъ каждой порціи до 90 гр. Интересно отмѣтить то обстоятельство, что бромистый триметиленъ (продажный), перегнанный въ разрѣженномъ пространствѣ ($K_{9-10} = 58^0 - 59^0$) не мѣняетъ своего удѣльнаго вѣса послѣ такой обработки; а такъ какъ измѣненіе удѣльнаго вѣса бромистаго триметилена служитъ главнымъ критеріемъ для сужденія о большей или меньшей примѣси къ нему бромистаго пропилена [уд. вѣсъ бромистаго триметилена при 16°,7 = 1,9736 [1]); уд. вѣсъ бромистаго пропилена при 17° = 1,9463 [2])], то отогнанный въ безвоздушномъ пространствѣ продуктъ можно считать въ достаточной мѣрѣ чистымъ и пользоваться имъ для грубыхъ предварительныхъ опытовъ. Приведу полученныя данныя. A — продуктъ съ точкой кипѣнія 58°—59° при 9 mm — 10 mm, B — тотъ же продуктъ послѣ описанной выше обработки:

	A.	B.
Вѣсъ бромида при 19° . . .	1,5810	1,5811
Вѣсъ воды при 4°	0,8002	0,8002
$d^{19}/_4$	1,9757	1,9759

[1]) *Г. Г. Густавсонъ* (l. c.) даетъ наибольшую наблюдавшуюся плотность 1,9830. По Фрейнду она равна вышеуказанному числу (Freund. 2, 639).

[2]) *Linnemann.* L. A. *136,* 51.

При повторной обработкѣ удается получить совершенно чистый бромистый триметиленъ:

Вѣсъ бромистаго триметилена при 19° .	1,5856
Вѣсъ воды при 4°	0,8002

$$d^{19}/_{4} = 1,9815.$$

Полученный такимъ образомъ сухой и чистый бромистый триметиленъ хранился въ темнотѣ въ склянкахъ изъ бураго стекла.

Для полученія триметилена я пользовался методомъ, выработаннаго Г. Г. Густавсономъ [1]). На каждые 100 гр. чистаго и сухого бромистаго триметилена брали 155 гр. 95-процентнаго алкоголя, 45 гр. воды (что составляетъ 200 гр. 75%-наго спирта) и 120 гр. цинковой пыли. Смѣсь помѣщалась въ колбѣ съ длиннымъ, обратно поставленнымъ холодильникомъ, отъ другого конца котораго шла газоотводная трубка къ большому градуированному газометру. При нагрѣваніи колбы на водяной банѣ градусовъ до 42—48 обыкновенно начиналась реакція. Иногда она принимала настолько бурный характеръ, что приходилось охлаждать колбу, бросая въ баню кусочки льда для быстроты охлажденія. При 50°—60° обыкновенно шло вполнѣ равномѣрное выдѣленіе углеводорода. Чтобы довести реакцію до конца, приходилось иной разъ подогрѣвать колбу до кипѣнія спирта и поддерживать это кипѣніе минуты двѣ; выше температуры кипѣнія спирта баню не нагрѣвали, принимая во вниманіе указаніе Г. Г. Густавсона (loco cit.), по которому всякое излишнее нагрѣваніе смѣсей, выдѣляющихъ триметиленъ, нельзя считать цѣлесообразнымъ, хотя бы по одному тому, что вліяніе такого нагрѣванія на реакцію остается неизвѣстнымъ. Изъ 100 гр. чистаго бромистаго триметилена получалось обыкновенно 9—9½ литровъ триметилена, измѣренныхъ при обыкновенныхъ условіяхъ, т.-е. до 90% возможнаго теоретическаго выхода.

Прежде чѣмъ приступить къ самой реакціи нашего углеводорода съ хлористымъ ацетиломъ, конечно, желательно было хотя бы *приблизительно* опредѣлить, насколько хорошо триметиленъ растворяется въ сѣрнистомъ углеродѣ. Съ этой цѣлью была приготовлена широкая стеклянная трубка, запаянная съ одного конца, съ боль-

[1]) *Gustavson.* J. pr. Chemie (2), *36,* 300.

шимъ воронкообразнымъ расширеніемъ—у другого. Трубка наполнялась чистой и сухой ртутью, а въ нее погружался обыкновенный эвдіометръ, раздѣленный на десятыя доли куб. сант., тоже наполненный ртутью. Къ эвдіометру была плотно прикрѣплена толстая проволока, при помощи которой можно было поднимать и опускать эвдіометръ. Въ эвдіометръ вводили около 50 куб. сант. триметилена, пропустивъ его предварительно чрезъ пористый хлористый кальцій и фосфорный ангидридъ. Затѣмъ посредствомъ загнутой крючкомъ пипетки вводили въ эвдіометръ 2—5 куб. сант. чистаго и сухого сѣрнистаго углерода. Послѣ этого на эвдіометрическую трубку надвигали другую, болѣе широкую, трубку съ проволочной мѣшалкой и термометромъ. Въ эту трубку, доходящую до ртути въ расширенномъ верхнемъ концѣ, наливали воду. Поднимая и опуская эвдіометръ, достигали болѣе быстраго поглощенія газа сѣрнистымъ углеродомъ и, приведя уровни ртути въ обѣихъ трубкахъ къ одному уровню (поправка отъ давленія столба воды—3 — 4 mm — не можетъ вліять на наше *очень грубое* опредѣленіе), отсчитываемъ объемъ сѣрнистаго углерода, объемъ, температуру и давленіе оставшагося газа. Взбалтываніе и отсчитываніе оставшагося газа повторяли нѣсколько разъ до полученія одинаковаго числа для объемовъ. Приведу результаты двухъ наблюденій при 754 mm и 16°:

	I.	II.
Начальный объемъ газа въ куб. сант	47,7	43,0
Объемъ непоглощеннаго газа въ куб. сант. .	31,7	14,5
Объемъ поглощеннаго „ „ „ „	16,0	28,5
Объемъ взятаго сѣроуглерода	2,25	4,3

Изъ этихъ данныхъ оказывается, что 1 куб. сант. сѣрнистаго углерода поглощаетъ при условіяхъ опыта 7,1 куб. сант. соотв. 6,63 куб. сант. триметилена. Въ среднемъ получается 6,86 куб. сант. Дѣлая поправку на упругость пара сѣрнистаго углерода, которая при 16° равняется 254,25 mm [1]), находимъ, что 1 литръ сѣрнистаго углерода можетъ поглотить при 16° и 755 mm давленія около 10,4 литра триметилена. Такая значительная растворимость даетъ намъ полную возможность пользоваться сѣрнистымъ

[1]) *Ramsay* and *Joung* Soc. *47*, 640.

углеродомъ какъ растворителемъ, тѣмъ болѣе, что опыты предполагалось производить при возможно низкихъ температурахъ.

Первые опыты превращенія триметилена въ соотвѣтствующій метилкетонъ были произведены при обыкновенныхъ условіяхъ, т.-е. такимъ же точно образомъ, какимъ ведется эта реакція съ соединеніями ароматическаго (и полиметиленоваго) ряда, съ тѣми только измѣненіями, которыя вызываются газообразнымъ состояніемъ одного изъ компонентовъ. Количества реагирующихъ веществъ разсчитывались по отношенію: $3C_3H_6 : 3CH_3COCl : 4AlCl_3$. Небольшой избытокъ хлористаго алюминія необходимо прибавлять въ виду того, что ацетонъ, окись мезитила и другіе кетоны хорошо и съ нагрѣваніемъ растворяютъ хлористый (и бромистый) алюминій, образуя съ ними соединенія. Вообще говоря, удобнѣе брать избытокъ хлористаго (или бромистаго) алюминія даже въ томъ случаѣ если нѣтъ основанія предполагать, что *конечный* продуктъ будетъ давать соединеніе съ галоидной солью алюминія. Въ этомъ случаѣ, полезно руководиться указаніемъ Г. Перрье [2]), который говоритъ въ своей статьѣ о полученіи кетоновъ при дѣйствіи хлористаго алюминія на галоидангидриды ароматическихъ кислотъ и углеводороды (и замѣщенные продукты) бензольнаго ряда: „Lorsque la combinaison de chlorure d'aluminium et d'acétone est relativement stabile dans les conditions de l'expérience, il devient alors nécessaire d'ajouter beaucoup de chlorure d'aluminium. Lorsque, au contraire, cette combinaison est très peu stabile, le chlorure d'aluminium se trouve dégagé et peut réagir de nouveau sur le chlorure d'acide: dans ce cas une petite quantité de chlorure d'aluminium peut suffire pour la préparation de l'acétone". Для быстроты проведенія реакціи поэтому выгоднѣе брать избытокъ хлористаго алюминія даже въ томъ случаѣ, когда онъ завѣдомо даетъ съ кетономъ прочное соединеніе.

Въ объемистой колбѣ разболтали до растворенія 11 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ въ 1 литрѣ сухого и чистаго сѣрнистаго углерода. Въ горло колбы чрезъ плотную пробку была вставлена капальная воронка, закрытая трубочкой съ хлористымъ кальціемъ, газопроводная трубка, доходящая до дна колбы, и выводящая трубка, тоже защищенная отъ внѣшней

---

[2]) *G. Perrier*. C. R. *116*, 1298.

влажности трубочкой съ хлористымъ кальціемъ. Триметиленъ изъ газометра проходилъ сначала чрезъ колонку въ 28 сант. высоты и 5 сант. въ діаметрѣ, наполненную стеклянными бусами съ отверстіями. Въ верхней пробкѣ колонки была вставлена капальная воронка съ трехпроцентнымъ растворомъ марганцевокислаго калія, который по каплямъ выпускали на бусы. Такимъ образомъ, поднимающійся снизу триметиленъ встрѣчалъ на своемъ пути очень большую поверхность окисляющей жидкости. При такомъ расположеніи прибора можно было разсчитывать, что при очень медленномъ токѣ газа—не болѣе полулитра въ часъ—будутъ поглощаться послѣдніе слѣды пропилена и другихъ ненасыщенныхъ углеводородовъ. Изъ этой колонки газъ поступалъ въ большую подковообразную трубку съ рыхлымъ свѣжепрокаленнымъ хлористымъ кальціемъ, а оттуда проходилъ чрезъ колонку около 20 сант. высоты, наполненную осколками стекла, пересыпанными фосфорнымъ ангидридомъ, въ колбу съ сѣрнистымъ углеродомъ. Насыщеніе сѣрнистаго углерода триметиленомъ происходило при температурѣ въ 18°. Растворъ мало-по-малу принималъ желтую окраску. Когда было пропущено $8^1/_4$ литровъ газа, начали понемногу капать изъ воронки хлористый ацетилъ (взято въ реакцію 20 гр.). Выдѣленіе хлористаго водорода было очень слабое. На днѣ колбы образовалась полужидкая масса желто-бураго цвѣта. Остальное количество хлористаго алюминія (33 гр.) ввели въ три пріема, сильно взбалтывая смѣсь, и оставили стоять на всю ночь. Утромъ сѣрнистый углеродъ слили съ густой полужидкой массы на днѣ и начали вносить эту массу небольшими порціями въ воду со льдомъ. Разложеніе сопровождалось не особенно сильнымъ шипѣніемъ. Полученную смѣсь подвергали повторной перегонкѣ съ водянымъ паромъ, собирая отгонъ все въ меньшія и меньшія колбы. Вторую и третью перегонки вели изъ щелочнаго содоваго раствора (для удаленія ацетилацетона). Подъ конецъ перегонъ собрали въ небольшую дѣлительную воронку, въ которой получился очень небольшой слой желтоватой ароматической жидкости, плавающей на поверхности воды. Когда въ холодильникѣ прекратилось появленіе струекъ и блестящихъ капелекъ, перегонку прекратили и высалили собранный водный растворъ сѣрнокислымъ аммоніемъ. Всплывшая весьма подвижная желтоватая жидкость (вмѣстѣ съ первымъ слоемъ) была высушена прокаленнымъ и сплавленнымъ сѣрнокислымъ

натріемъ. При перегонкѣ изъ маленькой колбочки она перешла вся до 120°. Всего ея оказалось около $^1/_4$ грамма. Жидкость быстро обезцвѣчивала растворъ марганцевокислаго калія и энергично реагировала съ бромомъ. При обработкѣ ея концентрированнымъ воднымъ растворомъ 0,5 гр. хлористоводороднаго семикарбазида съ такимъ же растворомъ 0,5 гр. уксуснокислаго калія сейчасъ же выдѣлился обильный осадокъ въ видѣ иголокъ, собирающихся въ хлопья—по виду типичный семикарбазонъ. Точка плавленія его была 136°—137°. Я его перекристаллизовалъ сначала изъ горячей воды, потомъ изъ горячаго бензола до постоянства точки плавленія и получилъ, наконецъ, бѣлоснѣжный кристаллическій продуктъ, плавящійся при 169°,5—170°. Обычная проба на азотъ обнаружила большое его количество. Для меня не оставалось никакого сомнѣнія въ томъ, что при реакціи полученъ былъ ненасыщенный кетонъ.

Убѣдившись на этомъ опытѣ въ возможности провести намѣченную реакцію, я приступилъ къ выполненію ея въ такихъ условіяхъ, которыя позволяли бы разсчитывать на лучшіе выходы кетона. Такъ какъ реакція несомнѣнно лучше идетъ при большихъ концентраціяхъ (Фридель и Крафтъ берутъ бензола столько же, сколько и хлористаго алюминія, т.-е. почти вдвое больше, чѣмъ слѣдовало бы по теоріи) раствора углеводорода, то казалось болѣе удобнымъ уменьшить количество сѣрнистаго углерода и понизить при этомъ температуру. Пониженіе температуры ниже 0° до извѣстной степени гарантировало бы невозможность образованія продуктовъ взаимодѣйствія хлористаго ацетила съ галоидными солями алюминія, при разложеніи которыхъ можно было бы ожидать образованія ацетилацетона, и ацетона [1]). Образованіе продуктовъ прямого присоединенія хлористаго ацетила къ хлористому алюминію, согласно опытамъ Перрье [2]), не могло бы мѣшать образованію кетона: полученные имъ продукты разлагаются водой съ образованіемъ кислоты, отвѣчающей взятому въ реакцію галоидангидриду, а при дѣйствіи углеводородовъ бензольнаго ряда даютъ кетоны. Образованію этихъ сложныхъ продуктовъ (съ выдѣленіемъ

[1]) Ср. *Combes*: loco citato и *В. С. Виноградовъ*: Густавсонъ, „Органн. соед." стр. 77.

[2]) *G. Perrier*. C. R. *116*, 1140, 1298.

хлористаго водорода) могло бы помѣшать и одновременное введеніе въ реакцію и углеводорода, и галоидангидрида. Наконецъ, неизбѣжныя потери газа при встряхиваніи раствора, когда реакція идетъ въ неоднородной средѣ, могли быть устранены при замѣнѣ хлористаго алюминія бромистымъ, который очень легко растворяется въ сѣрнистомъ углеродѣ: по В. А. Плотникову [3]) въ насыщенномъ при 34° растворѣ на одну часть бромистаго алюминія приходится всего 0,36 вѣс. частей сѣрнистаго углерода, такъ что при моихъ опытахъ (при температурахъ ниже 0°) это отношеніе будетъ еще болѣе благопріятнымъ. Что касается мѣръ предосторожности при разложеніи готоваго продукта взаимодѣйствія реагирующихъ тѣлъ, то являлось желательнымъ вести разложеніе въ присутствіи углекислаго натрія, чтобы помѣшать образующемуся галоидоводороду реагировать съ готовымъ ненасыщеннымъ кетономъ; съ другой стороны, полезно было провести реакцію въ такихъ условіяхъ, при которыхъ исключалась бы возможность какого бы то ни было разогрѣванія сложнаго металлоорганическаго соединенія до его реакціи съ водой. Всѣ эти соображенія были приняты въ расчетъ при послѣдующихъ опытахъ, изъ которыхъ я опишу одинъ.

На $^1/_3$ граммомолекулы триметилена (приблизительно 8 литровъ при обыкновенныхъ условіяхъ) брали 27 гр. хлористаго ацетила, 119 гр. бромистаго алюминія (отношеніе реагирующихъ тѣлъ было $3C_3H_6 : 3CH_3COCl : 4AlBr_3$) и 300 куб. сант. сѣрнистаго углерода. Реакцію вели въ снаряженной обычнымъ образомъ колбѣ съ капальной воронкой и двумя стеклянными трубочками. Триметиленъ проходилъ чрезъ описанную выше колонку съ трехпроцентнымъ растворомъ марганцевокислаго калія, чрезъ трубку съ хлористымъ кальціемъ и колонку съ фосфорнымъ ангидридомъ. Пропускалъ я триметиленъ въ растворъ бромистаго алюминія въ сѣрнистомъ углеродѣ, капая въ то же время изъ воронки хлористымъ ацетиломъ. Температура бани, въ которой стояла колба, была все время на нѣсколько градусовъ ниже 0°, приблизительно —6° — — 10° (охлажденіе льдомъ съ поваренной солью). При повышеніи температуры нѣсколько выше 0° замѣтно значительное выдѣленіе бромистаго водорода. Въ началѣ пропусканія триметилена на ряду

[3]) *В. А. Плотниковъ.* О сложныхъ соединеніяхъ хлористаго и бромистаго алюминія, стр. 79.

съ бромистымъ водородомъ выносилась часть сѣрнистаго углерода, такъ что выдѣляющійся изъ реакціи газъ, собранный въ пробирку надъ водой, при зажиганіи вспыхивалъ блѣдноголубымъ пламенемъ, оставляя на стѣнкахъ пробирки легкій желтоватый налетъ сѣры. По вытѣсненіи всего воздуха изъ колбы, выдѣляющійся газъ (при медленномъ токѣ триметилена) поглощался водой нацѣло, т.-е. представлялъ одинъ бромистый водородъ. При извлеченіи колбы изъ холодильной смѣси выдѣленіе бромистаго водорода замѣтно усиливается. Когда пропущено было около половины вводимаго въ реакцію газа, первоначально розовая жидкость приняла желтоватый оттѣнокъ съ чуть замѣтной зеленоватой флуоресценціей, и на дно колбы начала осаждаться красная (вѣрнѣе темно-красно-оранжевая) тяжелая жидкость. По окончаніи насыщенія раствора триметиленомъ и по введеніи въ него всего количества хлористаго ацетила жидкость оставили стоять при обыкновенной температурѣ часа на два. Послѣ этого колбу съ жидкостью погрузили на четверть часа въ воду при 35°. Выдѣленіе бромистаго водорода значительно усилилось и въ то же время начало увеличиваться количество выпавшаго на дно слоя. По охлажденіи колбы нижній слой отдѣлили дѣлительной воронкой (въ одномъ изъ опытовъ количество его достигло 60 куб. сант.) и разложили его ледянымъ растворомъ соды въ особомъ приборчикѣ: къ стеклянной толстой палочкѣ былъ припаянъ небольшой стеклянный колоколъ въ родѣ тѣхъ, какіе устраиваются для предохранительныхъ воронокъ. Этотъ колоколъ наполнялся ртутью, въ которую погружался конецъ трубки длинной капальной воронки. Воронку и весь стержень—для увеличенія давленія—наполняли продуктомъ реакціи. Снаряженный такимъ образомъ приборчикъ опускали въ банку съ растворомъ соды, въ которую все время подбрасывали небольшіе кусочки льда. Въ банку была опущена обыкновенная лапчатая стеклянная мѣшалка, приводимая въ дѣйствіе водяной турбиной Раабе. Открывая мало-по-малу кранъ, я заставлялъ продуктъ реакціи подниматься очень маленькими порціями надъ поверхностью ртути, при чемъ онъ попадалъ въ быстро перемѣшиваемый, очень холодный растворъ соды. Опыты показали, что приборчикъ дѣйствуетъ очень удовлетворительно и позволяетъ, въ случаѣ необходимости, производить разложеніе водой довольно быстрымъ темпомъ, не опасаясь разогрѣванія, влекущаго за собой образо-

ваніе продуктовъ уплотненія, сильно уменьшающихъ выходъ кетона. Реакція разложенія безъ этихъ предосторожностей протекаетъ очень бурно. Интересно отмѣтить, что темно красный продуктъ реакціи, оставаясь во влажномъ воздухѣ, густѣетъ, принимаетъ грязную желто-зеленую окраску и пузырится, выдѣляя бромистый водородъ. При этомъ ясно слышенъ характерный запахъ триметиленилметилкетона. Отдѣленный отъ продукта реакціи сѣрнистый углеродъ осторожно отгоняли на водяной банѣ, не давая температурѣ бани повышаться до 50°; остатокъ отъ перегонки — небольшое количество густой темно-красной жидкости — разложили ледянымъ содовымъ растворомъ и присоединили продуктъ разложенія къ полученному раньше. Сильно щелочную (соды всегда брали столько, чтобы можно было связать весь бромистый и хлористый водородъ, могущій получиться при разложеженіи всѣхъ галоидныхъ соединеній, взятыхъ въ реакцію, — а именно на одну молекулу углеводорода $2^1/_2$ молекулы соды) грязнаго вида жидкость подвергали повторной перегонкѣ съ водянымъ паромъ, уменьшая постепенно размѣры перегоннаго аппарата и прибавляя каждый разъ къ перегоняемой жидкости соды до ясно щелочной реакціи. Сначала отгоняется сѣрнистый углеродъ. При нѣкоторомъ навыкѣ, руководствуясь главнымъ образомъ видомъ капель въ трубкѣ холодильника (капли сѣрнистаго углерода круглыя и лежатъ отдѣльно другъ отъ друга, капли кетона овальныя и быстро сливаются одна съ другой) удается во-время перемѣнять пріемникъ и такимъ способомъ производить фракціонированную перегонку продукта реакціи во время перегонки съ водянымъ паромъ. Подъ конецъ собрали прямо въ узкую цилиндрическую дѣлительную воронку. Собирающійся водный растворъ высаливали сѣрнокислымъ аммоніемъ въ узкой пробиркѣ и осторожно снимали верхній слой капиллярной пипеткой. Собралось около 4 куб. сант. (количество это иногда доходило до 5 куб. сант.) легкой желтоватой жидкости, не содержащей галоида. Ее высушивали свѣже сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и перегоняли съ дефлегматоромъ. Послѣ нѣсколькихъ перегонокъ удалось освободиться вполнѣ отъ слѣдовъ сѣрнистаго углерода и собрать достаточное количество (около 2,5 граммовъ); одинъ разъ получено было больше 3,0 гр.) жидкости, кипящей въ предѣлахъ одного градуса (103° — 104°) при 751 mm. давленія. Полученная

жидкость вполнѣ безцвѣтна, очень подвижна, значительно легче воды, сильно преломляетъ свѣтъ, обладаетъ жгучимъ вкусомъ и характернымъ кетоннымъ запахомъ. Она обладаетъ явнымъ характеромъ ненасыщеннаго соединенія: быстро обезцвѣчиваетъ бромную воду, давая безцвѣтное масло съ характернымъ запахомъ, и дѣйствуетъ даже на очень слабые растворы марганцевокислаго калія, обезцвѣчивая ихъ уже на холоду. Кетонный характеръ полученнаго соединенія опредѣляется его способностью давать уже описанный кристаллическій семикарбазонъ. Выходы колебались между 15 и 20 процентами теоретическаго. Для полноты слѣдуетъ упомянуть, что, пользуясь охлажденіемъ до—10°, удается успѣшно провести рсакцію даже въ томъ случаѣ, когда хлористый или бромистый алюминій вводится по частямъ въ растворъ триметилена и хлористаго ацетила въ сѣрнистомъ углеродѣ: 300 куб. сант. чистаго и сухого сѣрнистаго углерода были насыщены триметиленомъ при соблюденіи всѣхъ выше названныхъ условій. При температурѣ — 6° — — 10° потребовалось для насыщенія около 10 литровъ газа. Во время насыщенія вводили небольшими порціями (изъ капальной воронки) хлористый ацетилъ. Къ готовому, сильно охлажденному раствору прибавляли по частямъ хлористый алюминій въ порошкѣ (60 гр.). При разбалтываніи жидкости температура ея замѣтнымъ образомъ повышается, и хлористый алюминій расплывается въ желтоватую массу. Передъ введеніемъ новой порціи давали смѣси принять первоначальную температуру. Выдѣленіе хлористаго водорода на холоду слабо, при комнатной температурѣ значительно сильнѣе. Нагрѣваніемъ на водяной банѣ при 30° — 35° въ теченіе короткаго времени я довелъ реакцію до конца и слилъ сѣрнистый углеродъ съ полужидкой массы. Дальнѣйшая обработка продукта реакціи не отличалась отъ только что описаннаго пріема. При употребленіи бромистаго алюминія вмѣсто хлористаго замѣчается выдѣленіе пузырьковъ газа, который вполнѣ поглощается холоднымъ сѣрнистымъ углеродомъ: это по всему вѣроятію триметиленъ, выдѣляющійся изъ насыщеннаго раствора отъ нагрѣванія. Введеніе бромистаго алюминія приходится поэтому вести очень медленно и все время сильно охлаждать колбу, въ которой ведется реакція, такъ какъ повышеніе температуры здѣсь гораздо значительнѣе, чѣмъ при реакціи съ хлористымъ алюминіемъ. Красный тяжелый продуктъ реакціи

образуется сейчасъ же послѣ введенія въ растворъ даже первой порціи бромистаго алюминія. Доведеніе реакціи до конца и послѣдующая обработка продукта реакціи производнлись попрежнему. И въ томъ, и въ другомъ случаѣ въ результатѣ получался кетонъ съ температурой кипѣнія 103°—104°. Анализъ полученнаго кетона привелъ къ числамъ, отвѣчающимъ формулѣ $C_3H_5 . COCH_3$:

	I	II	III
Взято вещества . . .	0,1036 гр.	0,1112 гр.	0,1232 гр.
Получено воды . . .	0,0906 „	0,0981 „	0,1083 „
Получено углекислоты	0,2694 „	0,2902 „	0,3217 „

Въ процентахъ:

	I	II	III	Теорія для C_5H_8O.
Углерода	70,92	71,17	71,22	71,36
Водорода	9,72	9,80	9,76	9,61

Опредѣленіе плотности пара по В. Мейеру въ парахъ анилина (183°) дало слѣдующія величины:

I. 0,0472 гр. вещества вытѣснили 15,2 куб. сант. воздуха при 20° и 751 mm.

II. 0,0589 гр. вещества вытѣснили 18,4 куб. сант. воздуха при 20° и 751 mm.

	I	II	Теорія для C_5H_8O.
Плотность пара	2,72	2,81	2,91

Кромѣ того, опредѣленъ удѣльный вѣсъ кетона и его рефракція (рефрактометръ Аббе).

	I	II	III
Вѣсъ кетона при t°	0,6842	0,6840	0,6821
Температура	13°	19°	20°,5
Вѣсъ воды при 4°	0,8002	0,8002	1,0085
n_D = коэф. преломленія для D .	1,4253	1,4253	1,4253
Плотность $\frac{t}{4^0}$	0,8550	0,8548	0,8538
$MR^2 = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{M}{d}$ молек. рефракц.	25,13	25,11	25,14

Принимая въ расчетъ цифры Конради (loco citato), вычисляемъ для циклическаго кетона C_5H_8O $MR^2 = 23,20$; для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью — 24,91 и, наконецъ, для ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями—25,85. Такимъ образомъ, если судить по молекулярной рефракціи, полученный мною изъ триметилена кетонъ представляетъ смѣсь почти равныхъ количествъ кетона съ одной двойной связью и ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями. Средняя величина молекулярной рефракціи для смѣси равныхъ количествъ только что названныхъ тѣлъ была бы равна $\frac{25,85 + 24,91}{2}$, т.-е. 25,38. Параллельно съ этимъ надо отмѣтить, что оксимъ изъ нашего кетона, полученный при взаимодѣйствіи растворовъ 1 гр. кетона и 2 гр. чистаго ѣдкаго кали въ чистѣйшемъ метиловомъ спиртѣ (кальбаумовскій „acetonfrei") съ растворомъ 1,2 гр. хлористоводороднаго гидроксиламина въ маломъ количествѣ воды, простоялъ больше года въ эксиккаторѣ, не выдѣливъ никакихъ кристалловъ оксима, тогда какъ Перкинъ и Маршалъ [1]) при такихъ же условіяхъ получили изъ синтетическаго триметиленметилкетона кристаллическій оксимъ (съ температурой плавленія 50° — 51°) на другой же день.

Для большей убѣдительности я приготовилъ нѣсколько большее количество семикарбазона и анализировалъ его. Для приготовленія семикарбазона я растворилъ въ маломъ количествѣ холодной воды 2,0 гр. хлористоводороднаго семикарбазида и 2,0 гр. чистаго кристаллическаго уксуснокислаго калія. Къ полученному прозрачному раствору прибавилъ теоретическое количество (1,5 гр.) моего кетона. Избытка семикарбазида въ растворѣ я сталъ избѣгать послѣ того, какъ убѣдился, что въ такихъ случаяхъ часто получается нечистый семикарбазонъ съ повышеннымъ содержаніемъ азота. При взбалтываніи на холоду тотчасъ же получаются типическіе хлопья изъ кристалловъ семикарбазона. Черезъ полчаса осадокъ былъ отсосанъ на тромпѣ, тщательно отжатъ на пористой фарфоровой тарелкѣ и перекристаллизованъ изъ горячаго бензола до постоянной точки плавленія. Двухъ перекристаллизацій оказалось для этого вполнѣ достаточно. Очищенный такимъ способомъ

[1]) *Perkin* and *Marshall*. Soc. 59, 865.

семикарбазонъ метилтриметиленкетона представлялъ бѣлоснѣжные блестящіе кристаллики въ видѣ мелкихъпалочекъ, перепутанныхъ между собою наподобіе войлока. Точка плавленія его была 169°,5 — 170°. Надо замѣтить, что признаковъ разложенія при плавленіи не наблюдалось, жидкій семикарбазонъ былъ безцвѣтенъ и по охлажденіи опять застывалъ въ бѣлую твердую массу, которая плавилась при 170°. Анализъ далъ числа, вполнѣ подтверждающія предположеніе, что нашъ семикарбазонъ образовался изъ кетона C_5H_8O и семикарбазида CON_3H_5 съ выдѣленіемъ частицы воды.

	I
Взято вещества	0,1126 гр.
Получено воды	0,0806 „
Получено углекислоты	0,2104 „

II. 0,1107 гр. вещества дали 29,3 куб. сант. влажнаго азота при 20° и 751 mm, что отвѣчаетъ 0,03246 гр. азота.

III. 0,1013 гр. вещества дали 27,2 куб. сант. влажнаго азота при 23° и 740 mm., что отвѣчаетъ 0,02983 гр. азота.

	Въ процентахъ:			Теорія для
	I	II	III	$\begin{matrix}C_2H_5\\CH_2\end{matrix}>C=N.NH.CONH_2$
Углерода . . .	50,96	—	—	50,98
Водорода . . .	7,95	—	—	7,87
Азота	—	29,94	29,44	29,82

При изслѣдованіи этого семикарбазона наблюдали весьма интересное явленіе. Говоря о свойствахъ кетона, полученнаго синтетически изъ газообразнаго триметилена, слѣдовало бы упомянуть о томъ, что кетонъ этотъ обладаетъ большой устойчивостью, т.-е. малой склонностью къ полимеризаціи. Полученные мною совершенно безцвѣтные препараты кетона не измѣнялись нисколько при храненіи даже въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ, безъ доступа воздуха, конечно. Изслѣдуя свой самикарбазонъ, я хотѣлъ расщепить его снова на первоначальные продукты, надѣясь такимъ образомъ получить триметиленметилкетонъ въ болѣе чистомъ видѣ. Съ этой цѣлью я взялъ 3 гр. чистѣйшаго семикарбазона изъ триметиленметилкетона съ точкой плавленія 169°,5—170°, разболталъ его въ

50 гр. холодной воды и затѣмъ прибавилъ 10 гр. химически чистой соляной кислоты уд. вѣса 1,19. При этомъ семикарбазонъ довольно быстро перешелъ въ растворъ. Растворъ немного постоялъ при обыкновенной температурѣ, а затѣмъ былъ медленно отогнанъ водянымъ паромъ изъ той же колбы, гдѣ происходило разложеніе. Послѣ вторичной перегонки водянымъ паромъ изъ щелочнаго содоваго раствора я получилъ легкую, легко подвижную жидкость, совершенно безцвѣтную, по запаху напоминающую первоначально взятый кетонъ. Легкій слой былъ отдѣленъ, высушенъ прокаленнымъ и сплавленнымъ сѣрнокислымъ натріемъ и фракціонированъ. Точка кипѣнія его была 96°—97° при 740 mm. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и рефракціи дали числа, нѣсколько отличныя отъ первоначально полученныхъ:

Вѣсъ кетона при 25°	0,2360 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,2750 „
n_D при 25°	1,4240 „
Плотность $^{25}/_4$	0,8585 „

Молекулярная рефракція по этимъ даннымъ оказывается равной 24.96. Вычисленная же для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью она равна 24.91.

Ненасыщенный характеръ кетона сохраняется, какъ это видно по реакціямъ съ бромной водой и слабымъ растворомъ марганцевокислаго калія: оба реактива быстро обезцвѣчиваются при взбалтываніи съ кетономъ.

Опредѣленіе углерода и водорода дало числа, отвѣчающія неизмѣненному кетону $C_3H_5COCH_3$:

Взято вещества	0,1218 гр.
Получено воды	0,1068 „
Получено углекислоты	0,3174 „

	Въ процентахъ.	Теорія для $C_3H_5COCH_3$.
Углерода . . .	71,07	71,36
Водорода . . .	9,74	9,61

Небольшое количество кетона было превращено въ семикарбазонъ: на 0,5 гр. кетона было взято по грамму хлористоводороднаго семикарбазида и кристаллическаго уксуснокислаго калія въ

концентрированныхъ растворахъ. При взбалтываніи на холоду выпалъ кристаллическій самикарбазонъ, который былъ отсосанъ, отжатъ на пористой тарелкѣ и высушенъ. Точка плавленія его была около 140°. Анализъ однако показалъ, что вещество это не чисто:

0,1006 гр. семикарбазона (т. плавленія 140°) дали 22,2 куб. сант. влажнаго азота при 18° и 748 mm.

Найдено азота 25,21%. Вычислено для $\begin{matrix} C_3H_5 \\ CH_3 \end{matrix}>C.N.NH.CONHr$ 29,82%. Послѣ двукратной перекристаллизаціи изъ горячаго сухого бензола точка плавленія осталась постоянной, а именно 177°—178°. Для большей точности точки плавленія обоихъ семикарбазоновъ были опредѣлены на одномъ и томъ же термометрѣ: оказалось, что семикарбазонъ изъ кетона 103°—104° плавился при 169°,5—170°, а семикарбазонъ изъ кетона 96°—97° при 178°. Застываютъ оба при 170° безъ всякихъ признаковъ разложенія въ совершенно бѣлую твердую массу. Анализъ перекристаллизованнаго продукта далъ такія числа:

0,1062 гр. семикарбазона (177°—178°) дали 28,2 куб. сант. влажнаго азота при 21° и 752 mm., что отвѣчаетъ 0,03176 гр. азота.

Найдено азота 29,90%. Вычислено для $\begin{matrix} C_3H_5 \\ CH_3 \end{matrix}>C:N.NH.CONH_2$ 29,82%. Послѣ этого опредѣленія стало ясно, что и новое вещество представляетъ тѣло съ кетонной функціей. Одно свойство рѣзко отличаетъ его отъ полученнаго раньше кетона 103°—104°: при опредѣленіи удѣльнаго вѣса случилось такъ, что вещество осталось въ пикнометрѣ; кетонъ началъ густѣть и черезъ нѣсколько часовъ весь пикнометръ оказался наполненнымъ плотнымъ тѣломъ, похожимъ на сухую желатину или очень чистый агаръ-агаръ. Растворить его въ обыкновенныхъ лабораторныхъ растворителяхъ не удалось. Послѣ этого я еще разъ повторилъ опытъ разложенія чистаго семикарбазона (169°,5—170°) слабой соляной кислотой, и опять наблюдались тѣ же явленія полимеризаціи первоначально полученнаго кетона съ точкой кипѣнія 96°—97° [1]). При опредѣ-

[1]) *Кетонъ Валлаха.* 2-метил-1.3 бутенонъ $CH_3COC(CH_3):CH_2$ кипитъ при 98°—102° (Wallach, L. A. *262,* 345).

ленiи рефракцiи съ трудомъ удалось открыть приборъ для очистки, такъ какъ опредѣленiе удѣльнаго вѣса и коэффицiента лучепреломленiя были съ умысломъ сдѣланы нѣсколько часовъ спустя послѣ окончательной отгонки кетона. Получились такiя данныя:

Вѣсъ кетона 96°—97° при 19° . . .	0,63425 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,7134 „
n_D при 19°	1,4365 „
Плотность $\frac{t}{4}$	0,8891 [1]) гр.

Отсюда молекулярная рефракцiя оказывается равной 24,72, т.-е. отвѣчаетъ молекулярной рефракцiи ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью (24,91). Для большей убѣдительности мнѣ казалось не лишнимъ сравнить свойства моихъ кетоновъ со свойствами циклическаго метилтриметиленкетона, полученнаго по способу Липпа. Для этого я получилъ бромистое производное ацетопропиловаго алкоголя $CH_3COCH_2CH_2CH_2Br$ слѣдующимъ образомъ [1]): 12 гр. метал. натрiя были растворены въ 130 гр. абсолютнаго алкоголя и образовавшiйся алкоголятъ былъ постепенно небольшими порцiями внесенъ въ 65 гр. хорошо (ледяной водой) охлажденнаго свѣжеперегнаннаго въ разрѣженномъ пространствѣ (K_{29}=88°—89°) ацетоуксуснаго эѳира. Къ образовавшемуся натрiй-ацетоуксусному эѳиру прибавили 94 гр. чистаго и сухого бромистаго этилена при сильномъ разбалтыванiи и внѣшнемъ охлажденiи водой. Смѣсь затѣмъ въ теченiе цѣлаго рабочаго дня (болѣе 8 часовъ) кипѣла на водяной банѣ съ обратно поставленнымъ холодильникомъ. Хотя послѣ этого и не замѣчалось новаго выдѣленiя бромистаго натрiя изъ раствора, но реакцiя все-таки при разбавленiи водой оказывалась явственно щелочной. Алкоголь былъ какъ можно лучше отогнанъ на соленой банѣ, остатокъ солей растворенъ въ водѣ, выдѣлившiйся слой отдѣленъ дѣлительной воронкой и очищенъ отъ большей части непрореагировавшаго ацетоуксуснаго эѳира повторнымъ взбалтыванiемъ съ очень слабымъ растворомъ ѣдкаго кали.

[1]) До уплотненiя найдено было 0,8550 при 19° и n_D = 1,4235 (приблизительно). Мол. рефракцiя равна 25.03

[2]) *Lipp.* B. B. *22,* 1197.

Остатокъ — около 60 гр., — состоящій кромѣ главнаго продукта реакціи $CH_3COCH\begin{cases}COOC_2H_5\\CH_2CH_2Br\end{cases}$ — изъ бромистаго этилена и ди-ацетиладипиноваго эѳира

$$\begin{array}{c}CH_3-CO-CH-COOC_2H_5\\|\\CH_2\\|\\CH_2\\|\\CH_3-CO-CH-COOC_2H_5\end{array}$$

, образовавшагося при дѣйствіи одной частицы бромистаго этилена на двѣ частицы натрій- ацетоуксуснаго эѳира. Весь слой (2 порціи изъ 65 гр. ацетоуксуснаго эѳира каждая) кипятили съ обратнымъ холодильникомъ въ теченіе $5^1/_2$ часовъ съ растворомъ 40 гр. соляной кислоты (уд. вѣсъ 1,1) въ 200 гр. воды. Охлажденный водный растворъ отдѣлили отъ нерастворившейся части, осторожно пересытили поташемъ, отдѣлили всплывшій слой, состоящій главнымъ образомъ изъ ацетопропиловаго алкоголя и этиловаго алкоголя, высушили его сплавленнымъ поташемъ, отогнали этиловый алкоголь, нагрѣвая продуктъ на масляной банѣ до 130° (термометръ въ жидкости) и оставили на нѣсколько дней для выдѣленія поташа изъ раствора. Послѣ этого подвергли фракціонированію и собрали около 18 гр. чистаго ацетопропиловаго алкоголя съ температурой кипѣнія при 120 mm. 146°—148°.

Для превращенія алкоголя въ бромидъ [1]) я растворилъ весь мой алкоголь въ 5-ти объемахъ бромистоводородной кислоты, насыщеннаго при 0°. Черезъ $^1/_2$ часа, когда первоначально нагрѣвшаяся жидкость нѣсколько остыла и приняла буро-вишневый цвѣтъ, ее вылили въ 6 объемовъ ледяной воды, извлекли бромидъ эѳиромъ, высушили эѳирный слой хлористымъ кальціемъ, отогнали эѳиръ (температура бани не выше 50°) и перегнали бурый остатокъ при 60 mm. Собирали продуктъ, кипящій при 105°—106°—всего около 20 гр., такъ какъ я собиралъ въ очень узкихъ предѣлахъ. Превращеніе бромида въ метилтриметиленкетонъ я провелъ по способу, указанному М. Идзьковской и Е. Е. Вагнеромъ [2]): на одну частицу бромида брали $1^1/_2$ частицы ѣдкаго кали въ порошкѣ, раз-

[1]) *Ілрр.* Loco cit. 1206.

[2]) *М. Идзьковская* и *Е. Вагнеръ.* Ж. Р. Ф. Х. О. *30*, 261.

балтывали смѣсь ихъ въ колбѣ, прибавили воды до растворенія и нагрѣвали, не давая кипѣть, въ теченіе 4-хъ часовъ. Кетонъ отогнали водянымъ паромъ, высалили его изъ воднаго раствора поташемъ, высушили прокаленнымъ и сплавленнымъ чистымъ поташемъ и фракціонировали.

Послѣ всѣхъ этихъ манипуляцій можно было подвергнуть полученный кетонъ фракціонированной перегонкѣ. Собирали по указаніямъ Липпа въ предѣлахъ 112°—113° (при 746 mm.). Полученный продуктъ былъ совершенно безцвѣтенъ и обладалъ характернымъ кетоннымъ запахомъ. Реакція была повторена еще разъ, и полученъ былъ второй образецъ кетона [1]). Назову ихъ А и В. При опредѣленіи ихъ удѣльныхъ вѣсовъ и молекулярной рефракціи оказались они вполнѣ одинаковыми. Приведу эти данныя параллельно.

	Кетонъ А.	Кетонъ В.
Вѣсъ кетона	0,7170	0,7109
„ воды при 4° . . .	0,8002	0,7944
Температура опыта . . .	14°	19°
n_D = показатель преломл.	1,4238	1,4234
Плотность $\frac{t}{4}$	0,8960	0,8949
$MR_2 = \frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}$	23,91	23,97

При вычисленіи возможной „теоретически“ молекулярной рефракціи получаемъ такія числа: если предположить, что липповскій кетонъ представляетъ изоциклическое соединеніе съ исключительно одиночными связями, то $MR_2 = 23,20$. Ненасыщенный кетонъ съ одной двойной связью далъ бы 24,91, а циклическій алкоголь съ одной двойной связью—24,14. Съ другой стороны, можно сопоставить полученныя мной данныя съ наблюденіями Г. Г. Густавсона и Поппера [2]), которые получили замѣщенный триметиленъ C_5H_{10} несомнѣнно циклическаго строенія, у котораго

[1]) Этотъ препаратъ былъ полученъ студ. В. П. Кравцемъ, которому я приношу мою благодарность.

[2]) *Gustafson* und *Popper*. J. pr. Chemie. [2]. 58, 458; Ср. *Цѣликовъ* и *Зелинскій* (Zelikoff und Zelinsky. B. B. *34*, 2856.

удѣльный вѣсъ при 20° оказывается равнымъ 0,6604 и показателемъ преломленія для линіи D—1,3659. Изъ этихъ чиселъ находимъ, что молекулярная рефракція ихъ углеводорода равна 23,74. Вычисленная же изъ атомныхъ рефракцій равна—23,02. Такимъ образомъ, для того чтобы согласить вычисленную величину съ наблюденной, приходится внести инкрементъ 0,7, характеристическій для триметиленоваго кольца. Такой же величины инкрементъ, прибавленный къ величинѣ молекулярной рефракціи для циклическаго кетона—23,20, дѣлаетъ ее очень близкой къ полученной для кетона Липпа: 23,20 + 0,7 = 23,90; среднее изъ двухъ моихъ наблюденій равно 23,94—совпаденіе болѣе чѣмъ удовлетворительное, какъ этого можно было ожидать (въ случаѣ вѣрности предположенія), разъ кетонъ совершенно безцвѣтенъ и чистъ.

Анализъ смѣси обоихъ образцовъ далъ такіе результаты:

Взято вещества (112°—113°) . . 0,1326 гр.
Получено воды . . . . . 0,1166 „
Получено углекислоты . . . . . 0,3463 „

	Въ процентахъ.	Вычислено для $\begin{matrix} CH_2 \\ \vert \\ CH_2 \end{matrix}\!\!>\!CH.CO.CH_3$.
Углерода . .	71,22	71,36
Водорода . .	9,86	9,61

Очень характерно то обстоятельство, что мнѣ не удалось получить семикарбазона изъ кетона 112°—113°, приготовленнаго по способу Липпа (препаратъ B), не смотря на всевозможныя комбинаціи условій опыта: послѣ того какъ продолжительное взбалтываніе съ концентрированнымъ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія на холоду не привело къ выдѣленію семикарбазона, я попробовалъ слегка нагрѣвать эту смѣсь; и эта манипуляція ни къ чему не привела. Тогда я попробовалъ провести реакцію въ чистомъ („acetonfrei“) метиловомъ спиртѣ совершенно въ такихъ же условіяхъ, какъ это дѣлается при обработкѣ гидроксиламиномъ для полученія оксимовъ; но и здѣсь ни при продолжительномъ стояніи (въ теченіе нѣсколькихъ недѣль) на холоду, ни при слабомъ подогрѣваніи не удалось получить

чего-либо похожаго на семикарбазонъ, такъ какъ и осторожное сгущеніе раствора и разбавленіе его ледяной водой не вызывало образованія осадка ожидаемаго семикарбазона.

Препаратъ А — $\left(d\,\frac{24}{4} = 0{,}8960, \quad n_D = 1{,}4238, \quad MR^2 = 23{,}91\right)$ далъ нѣкоторое количество осадка, но анализъ показалъ, что этотъ осадокъ ничего не имѣетъ общаго съ ожидаемымъ семикарбазономъ состава $\begin{matrix} r\_C_3H_5 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!C:N.NH.CONH_2$.

Осадокъ этотъ былъ полученъ при такихъ условіяхъ: 3 гр. кетона А были прибавлены къ профильтрованному концентрированному водному раствору 4,5 гр. хлористоводороднаго семикарбазида, смѣшаннаго съ концентрированнымъ растворомъ 4,5 гр. кристаллическаго уксуснокислаго калія. При энергичномъ взбалтываніи на холоду изъ раствора выпало небольшое количество бѣлыхъ крупинокъ. Крупинки были отсосаны на тромпѣ, промыты ледяной водой, отжаты до полнаго высыханія на пористой фарфоровой тарелкѣ и перекристаллизованы изъ горячаго бензола. Точка плавленія ихъ была 123°. Плавились они безъ разложенія и по охлажденіи застыли въ бѣлую массу, которая при вторичномъ опредѣленіи дала ту же точку плавленія. Кристаллы легко растворимы въ горячемъ бензолѣ, также довольно легко въ кипящемъ метиловомъ спиртѣ.

Предварительный анализъ далъ такіе результаты:

I. 0,1093 гр. вещества дали 26,9 куб. сант. влажнаго азота при 21° и 744 mm., что отвѣчаетъ 0,02996 гр. азота.

II. Взято вещества . . . . . 0,1146 гр.
Получено воды . . . . . 0,0820 „
„ углекислоты . . . . 0,2325 „

	Въ процентахъ I.	Въ процентахъ II.	Вычислено для $\begin{matrix} rC_3H_5 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!C:N.NH.CONH_2$.
Углерода . .	55,33	—	51,06
Водорода . .	7,95	—	7,80
Азота . . .	—	27,41	29,82

Послѣ двухъ перекристаллизацій, не измѣнившихъ точки плавленія, было сдѣлано еще два анализа:

	I.	II.
Взято вещества . . .	0,1366 гр.	0,1408 гр.
Получено воды . . .	0,0946 „	0,0981 „
„ углекислоты.	0,2745 „	0,2802 „

	Въ процентахъ I.	II.	Среднее.
Углерода . . .	54,79	54,31	54,55
Водорода . . .	7,69	7,74	7,72

Вычисляя по этимъ цифрамъ эмпирическую формулу, находимъ, что они приблизительно подходятъ къ формулѣ $C_7H_{11}N_3O$, для которой требуется: углерода 54,90%, водорода 7,19%, и азота 27,45%. Если допустить, что полученное нами тѣло представляетъ дѣйствительно семикарбазонъ, то исходнымъ кетономъ для него будетъ тѣло C_6H_8O.

При повторныхъ кристаллизаціяхъ изъ бензола собралось небольшое количество остатка съ точкой плавленія 132°. Анализъ показалъ, что это вещество богаче углеродомъ и водородомъ, чѣмъ предыдущее, чѣмъ и вызвано повышенное содержаніе водорода и углерода въ первоначально полученномъ веществѣ.

Взято вещества	0,1999 гр.
Получено воды	0,1573 „
„ углекислоты	0,4247 „

Содержаніе углерода вычисляется въ 57,95%, водорода — въ 8,80%.

Изученіе этихъ свойствъ кетона Липпа показало, что онъ не обладаетъ по существу кетоннымъ характеромъ по отношенію къ семикарбазиду; такъ, при дѣйствіи этого реактива не происходитъ обычная реакція съ выдѣленіемъ воды на счетъ атома кислорода карбонильной группы кетона и двухъ атомовъ водорода гидразиннаго остатка семикарбазида. Здѣсь получаются болѣе сложныя отношенія, но во всякомъ случаѣ не образованіе продуктовъ типа озазоновъ, такъ какъ въ этихъ тѣлахъ было значительно повы-

шено содержаніе азота на счетъ водорода и кислорода, т.-е. какъ разъ противоположное тому, что мы наблюдаемъ въ дѣйствительности. Оба моихъ кетона (103°—104° и 96°—97°) ни по физическимъ свойствамъ, ни по отношенію къ семикарбазиду не могутъ быть сближены съ синтетическимъ триметиленметилкетономъ Липпа.

Дѣйствіе бромистаго ацетила на пропиленъ въ присутствіи бромистаго алюминія.

Разработавъ пріемы манипуляцій съ газообразнымъ циклическимъ углеводородомъ, я могъ ожидать, что работа съ сравнительно легко сгущающимся пропиленомъ не представитъ особыхъ затрудненій. Матеріаломъ для полученія пропилена служили бромистый пропиленъ и іодистый аллилъ. Кальбаумовскій препаратъ бромистаго пропилена тщательно высушивали хлористымъ кальціемъ и фракціонировали, собирая только фракцію 141°,25—141°,5 при 752 mm. Кромѣ того, мнѣ пришлось приготовить бромистый пропиленъ и самому по способу Бейльштейна и Виганда [1]) изъ продажнаго изопропиловаго спирта: 132 гр. изопропиловаго спирта осторожно капали на 100 гр. фосфорнаго ангидрида. Изъ колбы, въ которой происходила реакція, газъ шелъ чрезъ обратный холодильникъ съ ледяной водой и проходилъ въ двѣ вульфовыя банки съ бромомъ (по 150 гр. въ каждой), покрытымъ небольшимъ слоемъ воды. Для полнаго обезцвѣчиванія брома пришлось прибавить еще немного спирта. Сырого продукта получилось около 270 гр. Послѣ промыванія слабымъ растворомъ ѣдкаго натра и водой препаратъ былъ очень тщательно высушенъ и фракціонированъ. Получено было 220 гр. продукта, кипящаго при 141°,25—142° (давленіе было 743 mm.). Высшей и низшей фракціи получено было всего нѣсколько граммовъ. Такимъ же чистымъ бромистымъ пропиленомъ оказался продуктъ дѣйствія бромистаго водорода на бромистый аллилъ: одному изъ практикантовъ въ нашей лабораторіи было поручено приготовить бромистый триметиленъ по способу Эрленмейера [2]); несмотря на точное выполненіе условій, данныхъ авто-

---

[1]) *Beilstein* und *Wiegand*. B. B. *15*, 1498.
[2]) *Erlenmeyer*. L. A. *197*. 180.

ромъ, у него получился исключительно бромистый пропиленъ. Причину этого явленія не удалось установить, такъ какъ повторный опытъ съ тѣмъ же препаратомъ бромистаго аллила далъ вполнѣ чистый бромистый триметиленъ.

Такъ какъ опредѣленіе удѣльнаго вѣса одного образца бромистаго пропилена, собраннаго въ указанныхъ тѣсныхъ границахъ температуры, привело къ удовлетворительнымъ даннымъ, то я обыкновенно считалъ достаточно чистыми тѣ препараты, которые обладали означенной температурой кипѣнія:

Вѣсъ бромистаго пропилена при 19° . . . 1,5551 гр.
Вѣсъ воды при 4° . . . . . 0,8002 „

Отсюда плотность $\frac{19}{4}$ равна 1,9434, тогда какъ для вполнѣ чистаго бромистаго пропилена она равна [1]) 1,9463 при 17°. Препараты іодистаго аллила у меня были частью отъ Кальбаума, частью полученные мною изъ аллиловаго спирта по Толленсу и Геннингеру [2]) дигерированіемъ аллиловаго алкоголя (160 гр.) съ іодомъ (254 гр.) и краснымъ фосфоромъ (20 гр.) въ теченіе 24 часовъ отгонкой въ струѣ углекислоты и обработкой сырого красно-бураго продукта водой, потомъ растворомъ ѣдкаго кали до обезцвѣчиванія. Высушенный хлористымъ кальціемъ продуктъ (185 гр.) кипѣлъ при 101°—102° (при 741 mm.). Первоначально я передъ полученіемъ пропилена обрабатывалъ небольшія порціи іодистаго аллила ртутью въ спиртовомъ растворѣ и разлагалъ полученное ртутное кристаллическое соединеніе теоретическимъ количествомъ іода для полученія идеально чистаго іодистаго аллила, но, разъ убѣдившись, что реакція полученія кетона изъ пропилена возможна, я этой послѣдней очисткой пренебрегъ, такъ какъ присутствіе небольшихъ количествъ пропана вредить реакціи не могло. Полученные препараты (бромистый пропиленъ и іодистый аллилъ) хранились въ темнотѣ въ склянкахъ темнаго стекла надъ хлористымъ кальціемъ. Для приготовленія свободнаго пропилена я пользовался слѣдующимъ пріемомъ: цинковую пыль обливали въ колбѣ

[1]) *Linnemann*. L. A. *136*, 51.
[2]) *Tollens* und *Henninger*. L. A. *156*, 156.

воднымъ алкоголемъ и при охлажденіи ледяной водой прибавляли по каплямъ изъ капальной воронки смѣсь равныхъ объемовъ 95-ти процентнаго алкоголя и бромистаго пропилена. На 165 гр. бромистаго пропилена я бралъ 200 гр. цинковой пыли, 275 гр. алкоголя и 55 гр. воды. Пропиленъ выдѣлялся очень равномѣрно. На каждые 100 гр. бромистаго пропилена собиралось въ градуированномъ газометрѣ около 12 литровъ пропилена, т.-е. почти теоретическое количество.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда исходнымъ матеріаломъ служилъ іодистый аллилъ, 100 гр. іодистаго аллила я растворялъ въ полуторномъ объемѣ абсолютнаго спирта и дѣйствовалъ этой смѣсью на гранулированный цинкъ, предварительно протравленный разбавленной сѣрной кислотой, при охлажденіи ледяной водой [1]). Для очищенія отъ возможныхъ слѣдовъ іодистаго аллила пропиленъ пропускали чрезъ холодный абсолютный спиртъ. На 100 гр. іодистаго аллила получалось около 12 литровъ пропилена, что отвѣчаетъ 80% возможнаго теоретическаго выхода.

Для введенія ацетильной группы въ пропиленъ я употреблялъ бромистый ацетилъ и бромистый алюминій. Первые опыты были проведены такимъ образомъ: 400 куб. сант. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода помѣщались въ колбу съ капальной воронкой, обратнымъ холодильникомъ и газопроводной трубочкой, доходящей до дна колбы. Колба была помѣщена въ холодильную смѣсь (снѣгъ съ поваренной солью, температура—7°, —8°). Пропиленъ изъ газометра медленно проходилъ въ сѣрнистый углеродъ чрезъ широкую и большую подковообразную трубку съ рыхлымъ, только что прокаленнымъ, хлористымъ кальціемъ и колонку съ кусками стекла, пересыпанными фосфорнымъ ангидридомъ. Когда было пропущено $^1/_4$ граммомолекулы пропилена (около $6^1/_2$ литровъ), вполнѣ поглотившагося сѣрнистымъ углеродомъ, я началъ капать въ растворъ бромистымъ ацетиломъ, не вынимая колбы изъ холодильной смѣси, и бросать въ него чрезъ небольшіе промежутки времени небольшіе кусочки бромистаго алюминія. Во время прибавленія выдѣлялся бромистый водородъ и образовывался на днѣ тяжелый красный слой жидкости. Всего было введено въ реакцію 32 гр. бромистаго ацетила и 90 гр. бромистаго алюминія по отношенію:

[1]) *Gladstone* und *Tribe*. B. B. *6*, 1550; *Niederist*. L. A. 196, 358.

$3\,CH_3 . CH = CH_2 : 3\,CH_3COBr : 4\,AlBr_3$. Когда все было прибавлено, я началъ осторожно повышать температуру бани, не доводя ее даже до точки кипѣнія сѣрнистаго углерода; при этомъ выдѣленіе бромистаго водорода сразу усилилось и прекратилось приблизительно часа черезъ три. Смѣсь стояла на холоду всю ночь. На другой день я слилъ чуть желтоватый растворъ сѣрнистаго углерода съ тяжелой красно-бурой жидкости на днѣ, перенесъ эту жидкость въ описанный на стр. 54 приборчикъ и по частямъ разложилъ ее воднымъ растворомъ соды съ кусочками льда. Повторяя эту перегонку съ водянымъ паромъ изъ щелочной (отъ прибавленія небольшого количества соды) среды 4—5 разъ, удается собрать въ узкую дѣлительную воронку замѣтное количество легкой, пахучей, слегка желтоватой жидкости. Жидкость эта гораздо легче растворима въ водѣ, чѣмъ кетонъ изъ триметилена, такъ что высаливаніе ея изъ водныхъ погоновъ сѣрнокислымъ аммоніемъ является прямо необходимымъ. И при этихъ опытахъ я старался, мѣняя во-время пріемники, производить фракціонировку продукта уже во время перегонки съ водянымъ паромъ, главнымъ образомъ стараясь избавиться отъ неизбѣжной примѣси сѣрнистаго углерода. Собранная, пріятно пахучая жидкость была тщательно высушена прокаленнымъ и сплавленнымъ сѣрнокислымъ натріемъ и подвергнута затѣмъ перегонкѣ съ дефлегматоромъ. Главная часть, если не считать небольшого остатка въ колбочкѣ, перешла при 120°—123° (давленіе было 740 mm). Сейчасъ же была сдѣлана проба съ крѣпкими растворами хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія; осадокъ семикарбазона появился не сразу, но послѣ довольно продолжительнаго (10—15 минутъ) взбалтыванія на холоду. Точка плавленія его послѣ простого отжиманія на фарфоровой пористой тарелкѣ и промыванія сухого остатка бензоломъ была 141°—142°.

Анализъ этого вещества показалъ, что мы имѣемъ дѣло съ семикарбазономъ кетона C_5H_8O:

0,1081 гр. вещества дали 28,5 куб. сант. влажнаго азота при 20° и 738 mm, что отвѣчаетъ 0,03164 гр. азота.

	Найдено.	Вычислено для $\begin{matrix}C_3H_5\\CH_3\end{matrix}>C . N . NH . CONH_2$.
Азота . . .	29,27%	29,82%

Кетонъ былъ перегнанъ еще разъ въ предѣлахъ 122°—123° при 740 mm. Анализъ его далъ слѣдующіе результаты:

Взято вещества	0,1836 гр.
Получено воды	0,1645 „
Получено углекислоты	0,4820 „

Отсюда въ процентахъ:

	Найдено.	Вычислено для $C_3H_5COCH_3$.
Водорода . . .	9,72	9,61
Углерода . . .	71,60	71,36

Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи дало слѣдующія числа:

Вѣсъ кетона при 21°,5	0,6925 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8002 „
Показатель преломленія для линіи D . .	1,4323
Плотность $\frac{21,5}{4}$	0,8659
Молекулярная рефракція	25,17

Совершенно такой же кетонъ былъ полученъ при одновременномъ введеніи бромистаго ацетила и пропилена въ холодный растворъ бромистаго алюминія въ сѣрнистомъ углеродѣ. Опыты производились въ такомъ же приборѣ съ количествами реагентовъ опять-таки въ отношеніи $3\,CH_3CH = CH_2 : 3\,CH_3COB_r : 4\,AlB_{r_3}$. При охлажденіи до—8°—10° замѣчается очень слабое выдѣленіе бромистаго водорода, которое значительно усиливается при повышеніи температуры, и можетъ быть легко доведено до конца при очень непродолжительномъ нагрѣваніи даже ниже температуры кипѣнія растворителя. И здѣсь получается на днѣ колбы тяжелая красно-бурая жидкость (опыты показали, что при долгомъ стояніи жидкость эта сильно густѣетъ и дѣлается почти бурой, при чемъ выходы кетона сильно уменьшаются), которая при вышеописанной обработкѣ даетъ кетонъ съ температурой кипѣнія 122°—123°. И здѣсь надо упомянуть о томъ, что въ началѣ перегонки съ водянымъ паромъ получаются значительныя количества сѣрнистаго

углерода, по всему вѣроятію, отъ разложенія сложныхъ соединеній сѣрнистаго углерода съ бромистымъ алюминіемъ, а быть можетъ и съ бромистыми производными углеводородовъ, которыя могутъ получиться отъ соединеній непрореагировавшаго пропилена съ бромистымъ водородомъ, который всегда выдѣляется при реакціи [1]). Мѣняя пріемники во время отгонки сѣроуглерода съ водянымъ паромъ, если руководствоваться при этомъ видомъ капель, образующихся въ холодильникѣ, можно получить настолько чистый сѣроуглеродъ, что послѣ высушиванія его хлористымъ кальціемъ и медленной отгонки съ дефлегматоромъ не удается обнаружить въ немъ ни малѣйшихъ слѣдовъ кетона.

Возможность участія растворителя въ реакціи побудила меня произвести опыты введенія въ пропиленъ ацетильной группы посредствомъ тѣхъ же реагентовъ, т.-е. бромистаго ацетила и бромистаго алюминія, но въ другомъ растворителѣ. Съ этой цѣлью въ качествѣ растворителя вмѣсто сѣрнистаго углерода былъ взятъ „гексанъ" изъ нефтяного эѳира, обработанный описаннымъ уже образомъ. При этихъ опытахъ я счелъ необходимымъ уменьшать относительное количество бромистаго алюминія вдвое, такъ какъ мнѣ хотѣлось по возможности не подвергать гексанъ разлагающему вліянію бромистаго алюминія [2]). Количества реагирующихъ тѣлъ я бралъ по отношенію $3\,CH_3 . CH = CH_2 : 3\,CH_3COBr : 2\,AlBr_3$, такъ что на 12 литровъ пропилена (отмѣренныхъ при обычныхъ условіяхъ давленія и температуры) приходилось брать 90 гр. бромистаго алюминія и 62 гр. бромистаго ацетила. Измельченный въ тончайшій порошокъ бромистый алюминій былъ разболтанъ въ одномъ литрѣ гексана. Смѣсь охладили снѣгомъ съ солью до -12^0 и пропускали въ нее изъ газометра пропиленъ, высушенный хлористымъ кальціемъ и фосфорнымъ ангидридомъ. Непоглотившійся газъ выходилъ изъ колбы чрезъ предохранительную трубочку съ хлористымъ кальціемъ въ другой газометръ (№ 2). Въ общемъ поглощеніе шло очень хорошо, и въ газометрѣ № 2 собралось очень немного пропилена. Когда было пропущено въ гексанъ приблизительно $^1/_4$ всего назначеннаго въ реакцію количества, я началъ

[1]) Ср. *М. И Коноваловъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *30*, 12.
М. И. Коноваловъ и *В. А. Плотниковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *31*, 1020

[2]) *Gustafson*. J. pr. Chemie. [27], *34*, 161.

осторожно капать бромистый ацетилъ, все время поддерживая температуру холодильной бани при —12°. Первоначально желтая, какъ яичный желтокъ, жидкость стала молочнаго мутнаго цвѣта. Притокъ бромистаго ацетила я регулировалъ такимъ образомъ, чтобы вновь входящій пропиленъ поглощался цѣликомъ, и изъ колбы выходилъ только почти чистый бромистый водородъ. Когда изъ перваго газометра былъ введенъ въ холодный гексанъ весь пропиленъ (12 литровъ), я пропустилъ въ растворъ и первоначально собранный въ газометрѣ № 2 газъ. Смѣсь реагирующихъ веществъ осталась въ смѣси снѣга съ солью (въ холодномъ помѣщеніи) до другого дня, при чемъ приняты были мѣры (большія трубки съ хлористымъ кальціемъ передъ трубками, отводящими бромистый водородъ) для защиты ея отъ влаги воздуха. На другой день перенесли колбу въ теплую комнату, въ теченіе получаса сильно разбалтывали жидкость, затѣмъ дали ей отстояться и слили слегка мутный гексанъ съ тяжелой оранжево-красной жидкости, собравшейся на днѣ колбы. Жидкость эта сейчасъ же начала выдѣлять огромное количество бромистаго водорода. Жидкость помѣщалась въ колбѣ съ отводной трубкой, соединенной посредствомъ предохранительной трубочки съ хлористымъ кальціемъ съ колонкой, которая была наполнена пемзой, сильно смоченной водой. Когда выдѣленіе бромистаго водорода закончилось, жидкость изъ колбы перелили въ приборчикъ для разложенія, разложили ее содовымъ растворомъ со льдомъ и обработали обычнымъ способомъ. Послѣ этого собранная жидкость была хорошо высушена прокаленнымъ и сплавленнымъ сѣрнокислымъ натріемъ и подвергнута перегонкѣ въ шариковой колбѣ съ дефлегматоромъ. Главная часть ея (почти вся масса) переходила при 122°—123°. Проба съ хлористоводороднымъ семикарбазидомъ и уксуснокислымъ каліемъ въ водномъ растворѣ дала послѣ энергичнаго взбалтыванія минутъ черезъ 20 крупинки семикарбазона, который послѣ высушиванія отжиманіемъ на пористой фарфоровой тарелкѣ и обработки сухимъ бензоломъ показалъ точку плавленія при 142°.

Полученный различными способами кетонъ представляетъ совершенно безцвѣтную и прозрачную жидкость, очень подвижную, съ пріятнымъ ароматическимъ запахомъ и жгучимъ пріятнымъ вкусомъ. Она быстро обезцвѣчиваетъ на холоду растворъ марганцевокислаго калія и очень легко реагируетъ съ бромомъ. Точка ки-

пѣнія ея 122°—123° при 741 mm. Приведу анализы и опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи. Буквой A обозначены данныя, относящіяся къ образцамъ кетона, полученнымъ въ растворѣ сѣрнистаго углерода; буквой B обозначены образцы (смѣсь двухъ) полученныхъ въ растворѣ гексана.

	A	B
Взято вещества	0,2002 гр.	0,1742 гр.
Получено воды	0,1766 „	0,1538 „
Получено углекислоты . .	0,5249 „	0,4551 „

	Въ процентахъ. A	B	Вычислено для C_8H_8O.
Углерода	71,50	71,25	71,35
Водорода	9,80	9,80	9,61

Опредѣленіе молекулярной рефракціи дало слѣдующія числа:

	A	B
Вѣсъ кетона при t°	0,6901	0,6900
Вѣсъ воды при 4°	0,8002	0,8002
Температура опыта	20°	21°
Показатель преломленія для D . .	1,4350	1,4323
Плотность $\frac{t}{4}$	0,8624	0,8623
Молекулярная рефракція	25,41	25,28

Величина наблюденной молекулярной рефракціи представляетъ среднюю величину для смѣси равныхъ количествъ ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью (MR = 24,91) и ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями (MR=25,85) : $\frac{25,85 + 24,91}{2} =$ = 25,38. Изъ производныхъ его полученъ и анализированъ характерный для кетоновъ семикарбазонъ. Для полученія семикарбазона отвѣшенное количество кетона взбалтывали на холоду съ нѣсколько меньшимъ противъ теоріи количествомъ хлористоводороднаго семикарбазида и достаточнымъ количествомъ уксуснокислаго калія въ концентрированномъ водномъ растворѣ. На одну

часть кетона я бралъ всего 1,75 частей хлористоводороднаго семикарбазида и 2 части уксуснокислаго калія: если брать избытокъ или даже теоретическое количество семикарбазида (въ растворѣ), то получались продукты съ бо́льшимъ содержаніемъ азота, трудно поддающіеся очисткѣ. Поэтому-то выгоднѣе было лучше потерять часть кетона, чѣмъ потомъ причинять себѣ излишнія хлопоты при перекристаллизаціи. Хотя для полученія крупинокъ семикарбазона и требуется болѣе продолжительное взбалтываніе и встряхиваніе реагирующей смѣси, все же можно достигнуть выдѣленія продукта реакціи, не прибѣгая ни къ нагрѣванію, ни къ прибавленію къ водному раствору чистаго метиловаго алкоголя. Выпавшія крупинки были отсосаны на тромпѣ, тщательно отжаты на пористой фарфоровой тарелкѣ, промыты нѣсколько разъ сухимъ бензоломъ и, наконецъ, дважды перекристаллизованы изъ кипящаго сухого бензола. Послѣ всѣхъ этихъ операцій получился совершенно бѣлый семикарбазонъ въ видѣ мелкихъ кристаллическихъ палочекъ или тонкихъ пластинокъ. Плавился онъ неизмѣнно при 142°—143°. Анализъ далъ числа, вполнѣ подходящія къ продукту реакціи между $C_2H_5COCH_3$ и $CO\begin{cases}NH.NH_2\\NH_2\end{cases}$:

I. 0,1121 гр. вещества дали 30,1 куб. сант. влажнаго азота при 23° и 754 mm., что отвѣчаетъ 0,03361 гр. азота.

II. Взято вещества	0,1023 гр.
Получено воды	0,0774 „
Получено углекислоты	0,20395 „

	Въ процентахъ. I	Въ процентахъ. II	Вычислено для $\begin{matrix}C_2H_5\\CH_3\end{matrix}>C.N.NH.CO.NH_2$.
Азота	29,99	—	29,82
Углерода	—	50,89	50,06
Водорода	—	7,94	7,80

Что касается строенія полученнаго кетона, то по температурѣ кипѣнія и удѣльному вѣсу онъ отвѣчаетъ кетону C_5H_8O Клай-

[1]) *Claisen*. B. B. *25*, 3166.

ена [1]), имѣющему структурную формулу $CH_3 . CH : CH . CO . CH_3$ (температура кипѣнія 123° и $d_{15} = 0,861$). Этотъ кетонъ былъ полученъ Клайзеномъ путемъ отнятія элементовъ воды отъ кетоспирта $CH_3CH . (OH)CH_2COCH_3$—продукта конденсаціи уксуснаго алдегида съ ацетономъ въ присутствіи ціанистаго калія. Мнѣ было желательно сравнить свойства моего кетона съ Клайзеновскимъ и поэтому надо было приготовить нѣкоторое количество этого интереснаго продукта, пользуясь указаніями Клайзена, помѣщенными во второй его статьѣ [1]). Я позволю себѣ описать эту реакцію со всѣми подробностями, такъ какъ личнымъ горькимъ опытомъ убѣдился, что при этой реакціи, какъ при большинствѣ другихъ реакцій конденсаціи, огромную роль играютъ тѣ условія, въ которыхъ дѣйствуетъ конденсирующее вещество. Необходимый для реакціи уксусный алдегидъ я приготовлялъ изъ кальбаумовскаго паралдегида обычнымъ способомъ за нѣсколько минутъ до предполагаемаго начала реакціи, самымъ тщательнымъ образомъ избѣгая малѣйшихъ слѣдовъ влажности. Что касается ацетона, то оказывается, что не только чистѣйшій ацетонъ, получаемый изъ соединенія съ кислымъ сѣрнистокислымъ натріемъ, какъ указываетъ Клайзенъ, но и обыкновенный чистый ацетонъ даетъ хорошіе выходы кетоспирта, если только соблюдены всѣ указанныя мною предосторожности. Ціанистый калій лучше всего брать самый чистый, изъ продажныхъ сортовъ—марка „Kahlbaum †". Самую реакцію я велъ слѣдующимъ образомъ: въ небольшую жестянку, плотно зажатую въ зажимъ штатива, вливали 105 гр. ацетона (чаще изъ двойного соединенія съ кислымъ сѣрнистокислымъ натріемъ). Жестянка охлаждалась въ смѣси снѣга съ солью до —12°. Еще лучше пользоваться для этой цѣли кристаллическимъ хлористымъ кальціемъ, который легко приготовить изъ бывшаго въ употребленіи прокаленнаго. При сильнѣйшемъ перемѣшиваніи фарфоровой мѣшалкой Лезнера, приводимой въ движеніе водяной турбиной Раабе, постепенно вливали растворъ 5 гр. ціанистаго калія въ 10 гр. воды. Затѣмъ начиналась самая опасная часть операціи: изъ капальной воронки, охлаждаемой снѣгомъ съ солью, вливали по каплямъ 40 гр. только что полученнаго уксуснаго алдегида. Если температура повышалась (отъ неисправной работы мѣшалки

---

[1]) *Claisen*. L. A. *306*, 324.

или отъ слишкомъ быстраго прибавленія алдегида) до —6, сейчасъ же останавливали прибавленіе алдегида и возобновляли его только тогда, когда термометръ, погруженный въ реагирующую смѣсь, снова не показывалъ —10° или —11°. Если температура по оплошности повысилась до —4° или —3°, то лучше операцію прекратить, такъ ничего, кромѣ алдоля, не получится. Когда весь алдегидъ прибавленъ, жидкость поддерживаютъ въ теченіе часа при той же температурѣ —12°, не прекращая перемѣшиванья. Только послѣ этого продуктъ реакціи былъ вылитъ въ стеклянную банку съ пробкой и оставленъ на льду часовъ на 10. Дальнѣйшія операціи производились по точнымъ указаніямъ Клайзена: къ жидкости былъ прибавленъ полуторный объемъ хорошо (3—4 раза) промытаго водой эѳира, выпавшій водный слой былъ отдѣленъ; затѣмъ эѳирную вытяжку промывали 50 куб. сант. насыщеннаго раствора поваренной соли — два раза, водный растворъ соли еще разъ извлекли промытымъ эѳиромъ, эѳирныя вытяжки слили вмѣстѣ, оставили ихъ на полчаса съ хлористымъ кальціемъ, отогнали на водяной банѣ эѳиръ и фракціонировали остатокъ при 20 mm. до полнаго удаленія изъ полученнаго кетоспирта алдоля, т.-е. пока проба вещества ($K_{20} = 77° — 79°$) станетъ растворяться нацѣло въ водѣ безъ малѣйшихъ слѣдовъ маслянистыхъ капелекъ, что достигается повторными перегонками съ постепеннымъ сближеніемъ предѣловъ температуры (60° — 110°, 70° — 90°, 75° — 85°, 77° — 79°). Полученная при этомъ ($K_{20} = 77° — 79°$) вполнѣ чистая фракція кипѣла при 176° —178 (давленіе было 764 mm.). Удѣльный вѣсъ ея былъ ниже указаннаго Клайзеномъ ($d_{15} = 0,978$):

Вѣсъ кетоспирта при 21°	0,7728
Вѣсъ воды при 4°	0,8002
Коэф. преломл. для линіи D . . .	1,4308
Плотность $\frac{t}{4}$	0,9658
Молекулярн. рефракція	27,26

Число это отвѣчаетъ средней величинѣ для смѣси насыщеннаго кетоспирта (MR = 26,82) и ненасыщеннаго гликоля съ одной двойной связью (MR = 27,76): $\frac{26,82 + 27.76}{2} = 27,29.$

Изъ этого кетоспирта былъ приготовленъ фенилгидразонъ. Для этого 0,5 гр. кетоспирта взбалтывали при 0° съ растворомъ 0,6 гр. чистаго (только что перегнаннаго) фенилгидразина. Выдѣлилась жидкость, которая скоро застыла въ кристаллы. Кристаллы были отжаты на пористой фарфоровой тарелкѣ и перекристаллизованы изъ кипящаго абсолютнаго эѳира. Получились безцвѣтныя иголочки съ температурой плавленія 102°—103°, которую приводитъ Клайзенъ.

Примѣняя для перехода отъ полученнаго кетоспирта къ интересующему насъ кетону всѣ пріемы, предложенные Клайзеномъ, я убѣдился въ непригодности ихъ для полученія сколько-нибудь приличныхъ количествъ ненасыщеннаго кетона. Попытка отщепить элементы воды при помощи обезвоженной щавелевой кислоты повлекла за собой глубокое разрушеніе и обугливаніе кетоспирта.

Попытка примѣнить для этой цѣли пріемъ Бейльштейна и Виганда [1]) оказалась также неудачной, такъ какъ фосфорный ангидридъ даже въ присутствіи большихъ количествъ эѳира и при охлажденіи ниже 0° тоже обугливаетъ кетоспиртъ. Въ концѣ-концовъ удалось получить сколько-нибудь подходящіе выходы (2—3 гр. на 30 — 40 гр. первоначально взятаго кетоспирта) слѣдующимъ образомъ: я смѣшивалъ кетоспиртъ съ двойнымъ по вѣсу количествомъ уксуснаго ангидрида (вдвое противъ теоріи по уравненію:

$$CH_3CH(OH)CH_2COCH_3 + 2\begin{matrix} CH_3CO \\ CH_3CO \end{matrix}\Big\rangle O = 2CH_3COOH +$$

$$+ CH_3CH : COCH_3),$$

запаивалъ въ трубкѣ и нагрѣвалъ 3—4 часа при 100°, такъ какъ опытъ показалъ, что болѣе продолжительное нагрѣваніе или болѣе высокая температура (напр., 130°) сильно уменьшаетъ и безъ того малые выходы [2]). По охлажденіи трубокъ я выливалъ содержимое ихъ въ воду, прибавлялъ достаточное количество соды (граммъ 50 — 60) и отгонялъ водянымъ паромъ обычнымъ путемъ. Послѣ многократныхъ перегонокъ съ водянымъ паромъ всплывшій слой былъ отдѣленъ, высушенъ прокаленнымъ

---

[1]) *Beilstein* und *Wiegand*. B. B. *15*, 1498.

[2]) Возможно предполагать прямое присоединеніе образовавшейся уксусной кислоты къ ненасыщенному кетону по мѣсту двойной связи (ср. Béhal et Desgrez. C. R. *114*, 676).

сѣрнокислымъ натріемъ и фракціонированъ. Температура его кипѣнія (при 740°) была 122°—123°. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи дали слѣдующіе результаты:

Вѣсъ кетона при 25°	0,6851	гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8002	„
Плотность $\frac{25}{4}$	0,8562	„
Показатель преломл. для линіи D . .	1,4390	„
Молекулярная рефракція	25,81	„

Теоретическое число для ненасыщеннаго алкоголя =25,84. Приготовленный изъ этого кетона семикарбазонъ ничѣмъ не отличался отъ полученнаго мною изъ пропиленоваго кетона и плавился при 142°—143°. Такимъ образомъ, мы должны прійти къ заключенію, что при дѣйствіи бромистаго ацетила на пропиленъ въ присутствіи бромистаго алюминія, безразлично, растворяемъ ли мы реагирующія вещества въ сѣрнистомъ углеродѣ или въ гексанѣ, происходитъ замѣна атома водорода въ группѣ $-CH_2-$ на ацетильный остатокъ, и въ результатѣ этого замѣщенія происходитъ образованіе этилиденацетона $CH_3COCH : CH . CH_3$. Сравнивая между собой условія полученія этого соединенія „синтетическимъ" путемъ и по способу Клайзена, конечно, надо отдать преимущество первому способу, такъ какъ, пользуясь имъ, легко въ очень короткое время получить нѣсколько граммовъ этилиденацетона, не говоря уже о томъ, что самое веденіе реакціи не требуетъ такихъ щепетильныхъ предосторожностей, какъ способъ Клайзена.

Дѣйствіе хлористаго ацетила на бутиленъ въ присутствіи бромистаго алюминія.

При выборѣ опредѣленнаго углеродистаго водорода C_4H_8 изъ числа извѣстныхъ изомеровъ не могло возникнуть особенныхъ затрудненій. Желательно было, во-первыхъ, ввести въ реакцію такой бутиленъ, который легко можно было бы получить въ свободномъ отъ другихъ изомеровъ состояніи; далѣе, въ виду того, что при дѣйствіи хлористаго ацетила на пропиленъ происходитъ замѣщеніе въ группѣ $= CH_2$, интересно было бы прослѣдить это явленіе

и у слѣдующаго гомолога съ группой $= CH_2$; наконецъ, конечно, надо было, чтобы и основной продуктъ, изъ котораго пришлось бы получать углеводородъ, по возможности можно было получить и въ большомъ количествѣ, и въ чистомъ видѣ. Всѣмъ этимъ требованіямъ какъ разъ удовлетворяетъ несимметрическій диметилэтиленъ $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH_2$. Исходнымъ матеріаломъ для его полученія служилъ исключительно чистый триметилкарбиноль. Препаратъ Кальбаума (Butylalcohol tertiär), имѣющійся въ моемъ распоряженіи, перегонялся въ массѣ при 81° — 83° (давленіе 762 mm.). Для того чтобы получить его въ возможно чистомъ видѣ, препаратъ расплавляли, погружая банку съ нимъ въ теплую воду, и затѣмъ закристаллизовывали его, постоянно взбалтывая и встряхивая жидкость, чтобы по возможности получить рыхлые кристаллы. Когда почти вся масса застыла, тщательно слили жидкую часть. Хотя при этомъ и получалось такое впечатлѣніе, что склянка заполнена сухими, свободно лежащими кристаллами, все же эту операцію неполнаго закристаллизовыванія повторили еще разъ, послѣ чего продуктъ былъ подвергнутъ фракціонированной перегонкѣ; собирали только фракцію 82°—83°. Наибольшая часть перешла при 82°,5 (давленіе было 762 mm.). При охлажденіи вся эта фракція застыла нацѣло и плавилась при 25°—25°,5 [1]). Опредѣленіе удѣльнаго вѣса, молекулярной рефракціи и анализъ показали, что препаратъ можетъ считаться чистымъ треметилкарбинолемъ, почти свободнымъ отъ примѣси изомерныхъ спиртовъ.

Вѣсъ триметилкарбиноля при 19°,5 . . .	0,6407	гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8116	„
Показатель прелом. для линіи D	1,3855	„
Плотность $\frac{19,5}{4}$	0,7894	„
Молекулярная рефракція	21,99	„

Результаты анализа были слѣдующіе:

Взято вещества	0,1426	гр.

[1]) По де-Форкрану точка плавленія триметилкарбиноля + 25°,45 (*de Forcrand.* C. R. *136,* 1034).

Получено воды . . . . . 0,1762 гр.
Получено углекислоты . . . . . 0,3378 „

Отсюда

	Въ процентахъ.	Вычислено для $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!C.OH$.
Углерода	64,61	64,78
Водорода	13,85	13,63

По Брюлю [1]) температура кипѣнія (съ поправками) для чистѣйшаго триметилкарбиноля 82°,94. Для удѣльнаго вѣса Брюль даетъ $d\frac{20}{4} = 0,7864$ и $d\frac{24}{4} - 0,7802$. Вычисленная молекулярная рефракція для насыщеннаго алкоголя C_4H_5O равна 22,03.

Очищенный такимъ образомъ триметилкарбиноль легко можно превращать въ чистый диметилэтиленъ, дѣйствуя на него безводной щавелевой кислотой. Для реакціи употреблялась чистая перекристаллизованная щавелевая кислота, предварительно высушенная въ плоскихъ картонныхъ коробочкахъ при 100° до постояннаго (на грубыхъ вѣсахъ) вѣса. Для полученія струи газообразнаго диметилэтилена въ не особенно большую колбу помѣщали истертую въ порошокъ обезвоженную щавелевую кислоту. Въ горло колбы герметически плотно была вставлена двуколѣнчатая надставка, соединенная съ капальной воронкой и хорошо дѣйствующимъ обратно поставленнымъ холодильникомъ. Другой конецъ холодильника былъ замкнутъ пробкой съ двумя послѣдовательно вставленными подковообразными трубочками: въ одной находится свѣжепрокаленный рыхлый хлористый кальцій, а въ другой—крупные куски обезвоженной спекшейся щавелевой кислоты; при такихъ предосторожностяхъ въ выдѣляющемся диметилэтиленѣ не могло быть и слѣдовъ неизмѣненнаго триметилкарбиноля. Колбу съ щавелевой кислотой нагрѣвали на водяной банѣ до 80° и понемногу вводили въ нее расплавленный триметилкарбиноль [2]). Обыкновенно я бралъ триметилкарбиноля или столько, сколько взято было обезвоженной щавелевой кислоты, или на нѣсколько граммовъ меньше. (Если принять, что въ результатѣ реакціи между триметилкарби-

[1]) *Brühl.* L. A. *203,* 17; ср. *Thorpe* and *Jones.* Soc. *63,* 279.
[2]) *Edmann.* Chemische Präparatenkunde (II. Theil, 44).

нолемъ и безводной щавелевой кислотой получится кислота, содержащая двѣ частицы кристаллизаціонной воды, то отношеніе алкоголя къ кислотѣ должно быть 1,6 : 1.) Регулируя притокъ триметилкарбиноля надлежащимъ образомъ, можно получить вполнѣ равномѣрную струю диметилэтилена.

Приступая къ опытамъ съ диметилэтиленомъ, я счелъ необходимымъ уменьшить относительное количество бромистаго алюминія въ виду наблюдавшагося Г. Г. Густавсономъ образованія продукта присоединенія *двухъ* частицъ этилена къ одной молекулѣ бромистаго алюминія [1]). Первые опыты полученія кетона изъ несимметрическаго диметилэтилена и хлористаго ацетила не привели къ желаемымъ результатамъ. Реакцію я велъ слѣдующимъ образомъ: 200 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода помѣщали въ колбу съ двухколѣнчатой надставкой, соединенной съ хорошо дѣйствующимъ обратно поставленнымъ холодильникомъ. Чрезъ вертикальное колѣно надставки проходила до дна колбы трубочка, проводящая отъ вышеописаннаго прибора диметилэтиленъ. Другой конецъ холодильника былъ соединенъ съ отводящей трубкой, которая вела—чрезъ предохранительную трубочку съ хлористымъ кальціемъ—въ нижній тубусъ колонки, наполненной кусками пемзы, обильно смоченными водой. Такое расположеніе опыта позволяло работать не подъ вытяжнымъ шкапомъ, не опасаясь вреднаго дѣйствія бромистаго водорода на кожу. Сѣрнистый углеродъ былъ охлажденъ смѣсью поваренной соли со снѣгомъ до —12° и насыщенъ диметилэтиленомъ, полученнымъ изъ 25 гр. триметилкарбиноля ($^1/_3$ граммомолекулы) и 30 гр. обезвоженной щавелевой кислоты. Хотя поглощеніе газа было полное, но изъ осторожности, принимая во вниманіе неизбѣжныя потери въ началѣ опыта,—остальные реактивы я бралъ, считая только на $^1/_4$ граммомолекулы диметилэтилена въ отношеніи $3\,(CH_3)_2C = CH_2 : 3\,CH_3COCl : 2\,AlBr_3$. По окончаніи пропусканія газа въ растворъ ввели небольшими порціями, не давая совершенно нагрѣваться, 40 гр. бромистаго алюминія. При этомъ образовалась очень легкая муть. Затѣмъ я началъ прибавлять по каплямъ въ

[1]) *Г. Г. Густавсонъ*. Орг. соед., стр. 47.

холодную смѣсь 20 гр. хлористаго ацетила. По мѣрѣ прибавленія образовывалась тяжелая оранжевая жидкость, которая садилась въ видѣ отдѣльнаго слоя на дно колбы. При слабомъ подогрѣваніи бани (не выше температуры кипѣнія сѣрнистаго углерода) началось обильное выдѣленіе тяжелаго газа, который оказался при изслѣдованіи бромистымъ водородомъ. Вмѣстѣ съ нимъ выдѣлилось небольшое количество горючаго газа непредѣльнаго характера, по запаху и реакціи на бромъ напоминающаго диметилэтиленъ. Черезъ два часа выдѣленіе бромистаго водорода почти окончилось (замѣтны были только слѣды его). Тогда осторожно отогнали на водяной банѣ сѣрнистый углеродъ и разложили оставшуюся густую красно-оранжевую жидкость содовымъ растворомъ съ кусочками льда въ приборчикѣ съ колоколомъ. Затѣмъ послѣдовала обычная отгонка съ водянымъ паромъ изъ щелочнаго содоваго раствора. Выдѣлившійся на поверхности воды легкій слой высушили прокаленнымъ сѣрнокислымъ натріемъ и фракціонировали. Точка кипѣнія оказалась очень высокой (170° и выше при 758 mm). Вещество дѣйствовало на бромъ, обезцвѣчивало растворъ марганцевокислаго калія и не реагировало съ хлористоводороднымъ семикарбазидомъ въ растворѣ съ уксуснокислымъ каліемъ. Изъ воднаго раствора удалось получить слѣды масла, дающаго реакцію на семикарбазонъ. Несомнѣнно, что при такихъ условіяхъ реакціи произошла полимеризація диметилэтилена съ образованіемъ болѣе высокомолекулярныхъ углеродистыхъ водородовъ ряда C_nH_{2n}.

Въ виду этой неудачи интересно было попробовать, нельзя ли выдѣлить изъ раствора въ сѣрнистомъ углеродѣ соединеніе бромистаго алюминія съ бутиленомъ, дѣйствуя на растворъ хлористымъ или бромистымъ водородомъ, подобно тому какъ это сдѣлано Г. Г. Густавсономъ для толуола; разъ это соединеніе было бы выдѣлено, можно было бы разсчитывать на полученіе кетона, обрабатывая выпавшее металлоорганическое соединеніе хлористымъ ацетиломъ. Количества реагирующихъ тѣлъ были разсчитаны по отношенію $3\,(CH_3)_2C=CH_2 : 3\,CH_3COCl : 2\,AlBr_3$. Бромистый алюминій (40 гр.) растворили въ 200 гр. чистаго и сухого сѣрнистаго углерода, охладили до —10° растворъ и пропустили въ него диметилэтиленъ, выдѣлившійся изъ 25 гр. триметилкарбиноля при дѣй-

ствіи на него 30 гр. обезвоженной щавелевой кислоты. Когда раствореніе газа закончилось, газопроводную трубочку соединили съ приборомъ, дающимъ токъ сухого (двѣ стклянки Дрекселя съ сѣрной кислотой, большая колонка съ пемзой, смоченной сѣрной кислотой) хлористаго водорода. Сначала замѣчается только муть, затѣмъ на днѣ колбы появляется постепенно увеличивающійся слой блѣдно-оранжевой жидкости. Когда осажденіе тяжелаго слоя прекратилось, содержимое колбы вылили въ большую значительную воронку и отдѣлили тяжелый слой, котораго оказалось больше 50 гр. Проба жидкости, оставленная при обыкновенной температурѣ, выдѣляла галоидоводородъ, густѣла и бурѣла. Отдѣлившійся слой сильно охладили льдомъ и солью и осторожно вводили въ него хлористый ацетилъ (20 гр.). При вливаніи хлористаго ацетила замѣтно сильное разогрѣваніе и обильное выдѣленіе бромистаго водорода. Подъ конецъ смѣсь чуть-чуть подогрѣли для довершенія реакціи и подвергли готовый продуктъ обычному разложенію и обработкѣ водянымъ паромъ. Въ результатѣ работы опять получилась смѣсь высококипящихъ углеводородовъ, дѣйствующихъ на бромъ и растворъ марганцевокислаго калія, но не реагирующихъ съ воднымъ концентрированнымъ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія. Подобный же опытъ былъ повторенъ еще три раза, при чемъ количества реагирующихъ веществъ я бралъ въ тѣхъ же отношеніяхъ, кромѣ одного, гдѣ это отношеніе было $CH_3COCl : \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C = CH_2 : AlBr_3$.

Чтобы довести реакцію совершенно до конца (послѣ прибавленія хлористаго ацетила), т.-е. такъ, чтобы совершенно прекратилось выдѣленіе галоидоводорода, пришлось поддерживать смѣсь при температурѣ около 30° почти 4 часа, что было сдѣлано въ одномъ опытѣ. Однако же во всѣхъ этихъ случаяхъ не удалось обнаружить ни въ водныхъ погонахъ, ни въ легкомъ слоѣ, выдѣляющемся послѣ повторныхъ перегонокъ съ водянымъ паромъ, сколько-нибудь замѣтныхъ количествъ интересующаго меня кетона. Поэтому-то всѣ дальнѣйшія попытки получить кетонъ по этому способу я оставилъ и рѣшилъ прибѣгнуть къ значительно ослабленному дѣйствію бромистаго алюминія, т.-е. прибавлять его къ другимъ компонентамъ тоже въ растворѣ и такимъ образомъ

избѣгать нежелательнаго образованія продуктовъ полимеризаціи диметилэтилена. Количества реагирующихъ веществъ брали въ отношеніи $3\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH_2 : 3\,CH_3COCl : 2\,AlBr_3$. Наиболѣе подходящимъ оказалось такое расположеніе опыта: 20 гр. хлористаго ацетила растворяли въ 200 гр. чистаго и сухого сѣрнистаго углерода въ колбѣ со всѣми описанными раньше приспособленіями; растворъ охлаждали смѣсью мелко раздробленнаго льда и поваренной соли до —10° и пропускали въ него струю диметилэтилена, выдѣляющагося изъ 20 гр. триметилкарбиноля съ 30 гр. обезвоженной щавелевой кислоты, регулируя ее такимъ образомъ, чтобы поглощеніе углеводорода всегда было полное. Затѣмъ, когда весь газъ былъ введенъ въ растворъ, къ сильно охлажденному раствору осторожно прибавляли растворъ 45 гр. бромистаго алюминія въ 150 гр. (100 куб. сант.) чистаго и сухого сѣрнистаго углерода. Даже при очень медленномъ прибавленіи замѣчается сильное разогрѣваніе раствора, такъ что, чтобы не давать температурѣ повыситься выше 0°, приходится прибавлять первыя $^2/_3$ раствора бромистаго алюминія по каплямъ и довольно большими интервалами. При этихъ условіяхъ не замѣчается сильнаго выдѣленія бромистаго водорода. Каждая капля вызываетъ образованіе мути, и въ концѣ-концовъ изъ оранжевой жидкости выпадаетъ и собирается на днѣ колбы тяжелый оранжевый слой. Послѣднюю треть раствора бромистаго алюминія можно было прибавлять болѣе быстрымъ темпомъ, не опасаясь повышенія температуры, если внѣшняя температура (въ холодильной смѣси) не поднимается выше —6°. Смѣси всѣхъ трехъ реагентовъ давали постоять нѣкоторое время при температурѣ ниже 0° и затѣмъ начинали весьма слабо подогрѣвать на водяной банѣ. При этомъ выдѣляются обильныя струи бромистаго водорода. Въ началѣ нагрѣванія вмѣстѣ съ галоидоводородомъ выдѣляется горючій газъ, горящій блѣдно-голубымъ пламенемъ и оставляющій при вспыхиваніи въ пробиркѣ блѣдно-желтый налетъ сѣры: это заставляетъ заключить, что газъ—воздухъ, карбурированный сѣрнистымъ углеродомъ. Во время нагрѣванія оранжевый тяжелый слой увеличивался и рѣзче отдѣлялся отъ остальной слегка желтой жидкости. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ приходилось оставлять продуктъ въ холодильной смѣси на ночь

и начинать нагрѣваніе только на другой день. Нагрѣваніе продолжали до тѣхъ поръ, пока колонка съ влажной пемзой не переставала увеличиваться въ вѣсѣ, чѣмъ и обнаруживался конецъ реакціи—прекращеніе выдѣленія бромистаго водорода. Затѣмъ оранжевую жидкость я отдѣлялъ отъ сѣрнистаго углерода и обрабатывалъ ее обычнымъ порядкомъ содовымъ растворомъ со льдомъ. Сѣрнистый углеродъ, слитый съ оранжеваго продукта реакціи, по частямъ вливали въ ледяную воду съ кусочками льда, сильно взбалтывали и приливали водяной слой къ полученному при разложеніи водой главной части продукта реакціи грязно буро-желтому раствору. Перегонка съ водянымъ паромъ велась обычнымъ порядкомъ, при чемъ былъ собранъ и высушенъ сѣрнистый углеродъ, перегоняющійся въ началѣ операціи. Собранную всплывающую на водѣ чуть желтоватую жидкость отдѣлили отъ воднаго слоя, тщательно высушили свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и сначала очень медленно отогнали съ дефлегматоромъ на водяной банѣ заключающійся въ ней сѣрнистый углеродъ, отъ котораго было трудно избавиться при перегонкахъ съ водянымъ паромъ. Затѣмъ фракціонировали на голомъ огнѣ. Сразу видно было, что реакція прошла въ желаемомъ направленіи, такъ какъ почти вся жидкость перешла въ предѣлахъ 125°—135°: большинство извѣстныхъ намъ кетоновъ состава $C_6H_{10}O$ кипятъ въ предѣлахъ 120°—135°. При повторной фракціонированной перегонкѣ жидкость переходила главнымъ образомъ въ предѣлахъ 128°—130°, при чемъ количество ея въ среднемъ было около 7 гр. на каждые 20 гр. употребленнаго для реакціи триметилкарбиноля, т.-е. доходило до 30% возможнаго теоретическаго выхода. Собранный въ предѣлахъ одного градуса (129°—130° при 750 mm) продуктъ реакціи представлялъ безцвѣтную жидкость съ характернымъ запахомъ окиси мезитила. Жидкость быстро обезцвѣчивала бромную воду и легко реагировала съ воднымъ растворомъ марганцевокислаго калія; при взбалтываніи ея съ концентрированными растворами хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія она даетъ типическій осадокъ семикарбазона. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи показало, что полученный мною кетонъ представляетъ окись мезитила $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C = CH\,.\,COCH_3$:

Вѣсъ кетона при 19°	0,6853 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,7944 „
Показатель преломленія для линіи D . .	1,4445
Плотность $\frac{19}{4}$	0,86265
Молекулярная рефракція	30,21.

Брюль [1]) нашелъ для окиси мезитила слѣдующія данныя: плотность при 19° — 0,8578 и показатель преломленія для линіи H_α — n_α^{19} — 1,44028, откуда вычисляемъ молекулярную рефракцію по формулѣ $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}$ — 30,13. Для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью она будетъ равна 29,38 и для ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями — 30,40.

Такимъ же точно образомъ относится и полученный мною кетонъ: наблюденная молекулярная рефракція (*для линіи* D) у него— 30,21; если вычислить ее для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью, то получимъ 29,61; для ненасыщеннаго же алкоголя съ двумя двойными связями получается величина, близкая къ наблюденной,—а именно 30,45. Нѣсколько большій, чѣмъ у Брюля, удѣльный вѣсъ полученнаго кетона оказался зависящимъ отъ нѣкотораго содержанія галоида. Послѣ кипяченія продукта съ сухой хорошо прокаленной содой удалось получить кетонъ, совершенно не содержащій галоида; онъ былъ отогнанъ, тщательно высушенъ и отогнанъ еще разъ. Часть, кипѣвшая при 129°,5—130° (давленіе 749 mm) была взята для анализа и опредѣленія удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи.

Анализъ кетона далъ слѣдующіе результаты:

	I.	II.
Взято вещества	0,1133 гр.	0,1407 гр.
Получено воды	0,1047 „	0,1311 „
Получено углекислоты .	0,3042 „	0,3779 „

Откуда въ процентахъ:

	I.	II.	Вычислено для $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=CH.COCH_3$.
Водорода . . .	10,36	10,45	10,30
Углерода . . .	73,22	73,45	73,38

[1]) *Brühl.* L. A. *235,* 8.

Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи дало слѣдующія величины:

Вѣсъ кетона при 21°	0,6933 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8116 „
Показатель преломленія для линіи D . .	1,4452
Плотность $\frac{21}{4}$	0,85424
Молекулярная рефракція	30,57

Для ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями она вычисляется въ 30,45.

Для перевода отъ полученнаго кетона въ соотвѣтствующій семикарбазонъ поступали слѣдующимъ образомъ: 7 гр. кетона (129°—130°) обрабатывали въ колбѣ растворомъ 8 гр. хлористоводороднаго семикарбазида и 8 гр. кристаллическаго уксуснокислаго калія въ 50 куб. сант. ледяной воды. При энергическомъ взбалтываніи получались крупинки семикарбазона, пропитаннаго непрореагировавшимъ кетономъ; въ виду этого къ раствору прибавили очень чистаго (отъ Кальбаума „acetonfrei") метиловаго спирта до полной однородности раствора и оставили стоять до другого дня. При разбавленіи раствора ледяной водой замѣчается выпаденіе обильнаго кристаллическаго осадка. Выпавшій семикарбазонъ отсосали на тромпѣ, тщательно промыли водой, отжали на пористой фарфоровой тарелкѣ и окончательно высушили въ эксикаторѣ надъ сѣрной кислотой. Точка плавленія была не рѣзкая, хотя все вещество плавилось въ предѣлахъ одного градуса (156°—157°). Сдѣланное опредѣленіе азота показало, что къ семикарбазону состава $\left.\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\right\rangle C = CH . C(N . NH . CO . NH_2)CH_3$ примѣшано нѣкоторое количество тѣла, болѣе богатаго азотомъ, получающагося при дѣйствіи избытка семикарбазида въ уксуснокисломъ растворѣ на кетонъ [1]).

0,1002 гр. вещества дали 26,6 куб. сант. влажнаго азота при 22° C. и 750 mm, т.-е. 29,67% азота, тогда какъ семикарбазонъ

[1]) См. ниже стр. 102.

изъ окиси мезитила содержалъ бы только 27,13%. Этотъ не вполнѣ чистый семикарбозонъ (съ возможной примѣсью до 25% вещества, содержащаго 37,17% азота) нѣсколько разъ перекристаллизовывали изъ кипящаго бензола и, наконецъ, удалось получить вполнѣ чистый семикарбазонъ съ точкой плавленія около 160°; приходится говорить „около", такъ какъ плавленіе не происходило въ предѣлахъ одного градуса [1]).

Привожу анализы этого семикарбазона:

I.	Взято вещества	0,1329 гр.
	Получено воды	0,1024 „
	Получено углекислоты . .	0,2627 „

II. 0,1012 гр. вещества дали 24,2 куб. сант. влажнаго азота при 19° и 757 mm., что отвѣчаетъ 0,02771 гр. азота.

III. 0,1113 гр. вещества дали 26,7 куб. сант. влажнаго азота при 19° и 746 mm., что отвѣчаетъ 0,0312 гр. азота.

	Въ процентахъ. I	II	III	Вычисл. для $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C:CH-C(CH_3)=N.NH.CONH_2$
Водорода .	8,64	—	—	8,46
Углерода .	53,90	—	—	54,11
Азота . .	—	27,38	27,06	27,13.

Для большей убѣдительности я приготовилъ обычнымъ способомъ [2]) нѣкоторое количество окиси мезитила. Нѣсколько сотъ кубическихъ сантиметровъ продажнаго ацетона были обработаны крѣпкимъ растворомъ углекислаго калія, хорошо разболтаны съ трехпроцентнымъ растворомъ марганцевокислаго калія, отогнаны водянымъ паромъ, высалены поташомъ и послѣ тщательнаго высушиванія свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ отогнаны на водяной банѣ. Полученный сухой продуктъ ($K_{751} = 56° - 57°$) насытили сухимъ хлористымъ водородомъ и оставили стоять 20 дней на холоду. Продуктъ промыли водой, обработали въ дѣлительной

---

[1]) Въ литературѣ есть указанія на температуру плавленія 162°—164° (см. *Harries*. B. B. *32*, 1326; *Kaiser*. B. B. *32*, 1338).

[2]) *Казанцевъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *7*, 173; ср. *Claisen*, L. A. *180*, 4.

воронкѣ концентрированнымъ растворомъ ѣдкаго натра и отогнали водянымъ паромъ изъ щелочнаго раствора. Послѣ обычнаго высаливанія и высушиванія перегоняли (4 перегонки) съ дефлегматоромъ, собирая дестиллатъ въ предѣлахъ 129°—130°. При этомъ отмѣчу, что полученный продуктъ *содержалъ слѣды хлора* (нѣкоторые образцы продажной окиси мезитила также содержали слѣды галоида), отъ которыхъ можно было избавиться только послѣ продолжительнаго кипяченія окиси мезитила съ сухой содой. Изслѣдованію подверглась главная фракція 129°,5—130°.

Удѣльный вѣсъ при $^{21}/_{4}$ былъ равенъ 0,8529:

Вѣсъ кетона при	21°—0,6825
Вѣсъ воды при	4°—0,8002.
Показатетель преломленія для D^{18} былъ	1,4453.

Вычисленная изъ этихъ данныхъ молекулярная рефракція = 30,61. Ненасыщенный алкоголь съ двумя двойными связями состава $C_6H_{10}O$ имѣлъ бы 30,45. Анализъ показалъ, что это вещество было вполнѣ чистое:

	I	II
Взято вещества	0,0981 гр.	0,12065 гр.
Получено воды	0,0929 „	0,1137 „
Получено углекислоты .	0,2634 „	0,3231 „

	Въ процентахъ.		Вычислено для
	I	II	$C_6H_{10}O$.
Водорода	10,51	10,52	10,30
Углерода	73,19	73,06	73,38

Убѣдившись въ чистотѣ полученной окиси мезитила, я приготовилъ изъ нея семикарбазонъ. Реакцію вели совершенно такимъ же образомъ, какъ и съ окисью мезитила изъ диметилэтилена, т.-е. при продолжительномъ (болѣе 24 часовъ) стояніи однороднаго раствора въ водѣ и метиловомъ спиртѣ окиси мезитила, хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія. Осажденные ледяной водой и обработанные обычнымъ путемъ кристаллики семикарбазида плавились сначала при 158°; послѣ цѣлаго ряда перекристал-

лизацій точка плавленія ихъ лежала при 160°. Дальнѣйшія кристаллизаціи не измѣняли,—какъ и въ случаѣ предыдущемъ,—точки плавленія, хотя вещество все время плавилось не рѣзко. Опредѣленіе азота дало число, вполнѣ отвѣчающее содержанію азота въ семикарбазонѣ изъ окиси мезитила:

0,0892 гр. вещества дали 21,5 куб. сант. влажнаго азота при 19° и 747,$_5$ mm., что отвѣчаетъ 0,024303 гр. азота.

	Найдено.	Вычислено для $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C{=}CH\!\!>\!\!\begin{matrix}\\CH_3\end{matrix}C{-}N.NH.COCH_3$
Азота	27,24%	27,13%.

Такимъ образомъ при сравненіи свойствъ окиси мезитила и моего кетона надо придти къ заключенію, что при дѣйствіи хлористаго вещества на диметилэтиленъ въ присутствіи бромистаго алюминія происходитъ обмѣнъ одного атома водорода въ группѣ $=CH_2$ на ацетильный остатокъ и получается окись мезитила $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH-CO-CH_3$. Объ образованіи аллилацетона $CH_3-CO-CH_2-CH=CH_2$, который обладаетъ почти такой же температурой кипѣнія (128°—130°), не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ удѣльный вѣсъ этого послѣдняго продукта несравненно ниже уд. вѣса ацетилацетона (0,834 и 0,856) [1]). Что касается возможности полученія при реакціи аллилацетона, то по этому поводу можно высказать слѣдующія соображенія. Образованіе изъ несимметрическаго диметилэтилена и хлористаго ацетила кетона состава $C_6H_{10}O$ можетъ произойти двоякимъ способомъ: или къ ненасыщенному углеродистому водороду присоединяется молекула хлористаго ацетила, т.-е. атомъ хлора и ацетильный остатокъ CH_3CO— по мѣсту двойной связи, а затѣмъ полученное хлоропроизводное теряетъ элементы хлороводорода и превращается въ ненасыщенный кетонъ, или же происходитъ прямое замѣщеніе одного атома водорода въ углеводородѣ ацетильнымъ остаткомъ. Разберемъ въ отдѣльности каждый случай: пусть къ несимметрическому диметил-

[1]) См. *Zeidler*. L. A. *187*, 55; *O Hofmann*. L. A. *201*, 80; *Nägeli*. B. B. *16*, 496; *Henry*. C. R. *87*, 171.

этилену присоединится хлористый ацетилъ, положимъ, сначала такимъ образомъ, что атомъ хлора присоединится къ наименѣе гидрогенизированному атому углерода. Тогда получимъ:

$$\text{I.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH_2+CH_3COCl=\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>CCl-CH_2-CO-CH_3.$$

Это соединеніе можетъ отщепить молекулу хлороводорода троякимъ способомъ: или на счетъ хлора и водорода группы CH_2 по уравненію II:

$$\text{II.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>CCl-CH_2-CO-CH_3=HCl+\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH-CO-CH_3,$$

или на счетъ хлора и водорода одной изъ группъ CH_3, соединенныхъ съ углеродомъ, по уравненію III:

$$\text{III.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>CCl-CH_2-CO\,.\,CH_3=HCl+\begin{matrix}CH_3\\CH_2\end{matrix}\!\!>C-CH_2-CO-CH_3,$$

или, наконецъ, на счетъ хлора и водорода ацетильной группы, съ образованіемъ тетраметиленоваго кольца, по уравненію IV:

$$\text{IV.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>CCl-CH_2-CO-CH_3=HCl+\begin{matrix}CH_3\ CH_3\\ \vee\\ C-CH_2\\ |\qquad |\\ CH_2-CO.\end{matrix}$$

Если теперь мы допустимъ, что присоединеніе хлористаго ацетила произошло такимъ образомъ, что ацетильная группа присоединилась къ наименѣе гидрогенизированному атому углерода, то полученное хлоропроизводное будетъ имѣть новое строеніе (реакція V):

$$\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH_2+CH_3CO\,Cl=\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C(CO\,CH_3)-CH_2Cl.$$

Это хлоропроизводное можетъ потерять элементы хлороводорода или на счетъ хлора и водорода одной изъ метиловыхъ группъ съ образованіемъ триметиленоваго кольца, по уравненію VI:

$$\text{VI.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C<\begin{matrix}COCH_3\\CH_2Cl\end{matrix}=HCl+\begin{matrix}CH_2\\|\\CH_2\end{matrix}\!\!>C<\begin{matrix}COCH_3\\CH_2\end{matrix},$$

или же на счетъ хлора и водорода ацетильной группы съ образованіемъ тетраметиленоваго кольца, по уравненію VII:

$$\text{VII.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}COCH_3\\CH_2Cl\end{matrix} = HCl + \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}CO\\CH_2\end{matrix}\!\!>CH_2.$$

Допуская возможность прямого замѣщенія водорода ацетильной группой, получаемъ

$$\text{VIII.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH_2 + CH_3COCl = HCl + \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH-COCH_3$$

$$\text{или IX.}\quad \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C=CH_2 + CH_3COCl = HCl + CH_3-CO-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH_2.$$

Такимъ образомъ мы приходимъ къ заключенію, что образованіе аллилацетона при нашей реакціи совершенно исключается, развѣ только если допустить сложнѣйшія перегруппировки внутри углероднаго ядра. Прямое замѣщеніе можетъ привести только къ образованію окиси мезитила (уравненіе VII), такъ какъ уравненіе IX, дающее продуктъ иного строенія, можетъ быть мыслимо только тогда, когда допустимъ возможность прямого замѣщенія водорода въ насыщенныхъ углеводородахъ ацетильной группой при дѣйствіи хлористаго ацетила, хотя бы въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія, т.-е. признаемъ существованіе такого превращенія, которое, насколько мнѣ извѣстно, еще никѣмъ не наблюдалось. Слѣдовательно, мы не можемъ ожидать замѣны водорода метиловой группы ацетильнымъ остаткомъ, что и подтверждается дѣйствительно наблюдаемыми фактами. Оптическія свойства полученнаго кетона не допускаютъ и мысли о приданіи ему циклическаго (триметиленоваго или тетраметиленоваго) строенія.

Дѣйствіе хлористаго ацетила на амиленъ въ присутствіи хлористаго (и бромистаго) алюминія.

На основаніи тѣхъ же соображеній, которыя были уже мною высказаны въ предыдущей главѣ, при выборѣ углеводорода для реакціи съ хлористымъ ацетиломъ я остановился на триметил-

этиленѣ. Получать его изъ продажнаго амилена мнѣ не пришлось, такъ какъ хотя у меня и было достаточно этого препарата, однако же оказалось, что при обработкѣ его по способу Эльтекова[1]), т.-е. при очень продолжительномъ взбалтываніи на холоду съ разбавленной (2 : 1) сѣрной кислотой и послѣдующей отгонкѣ кислаго слоя съ водянымъ паромъ, дали только слѣды спирта съ углеводородомъ. Поэтому я получалъ триметилэтиленъ главнымъ образомъ изъ третичнаго бромистаго амила и продажнаго гидрата амилена. Имѣвшійся у меня бромистый амилъ (кальбаумовскій Amylbromid tertiär) обладалъ температурой кипѣнія 108,5 при 753 mm. Вышнеградскій[2]) даетъ для него 108°—109°. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи дали слѣдующія числа:

Вѣсъ бромида при 18°	0,9764 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8116 „
Показатель преломленія для линіи D	1,4413
Плотностью $\frac{18}{4}$	1,2030
Молекулярная реакція	33,11
Вычисленная для $C_5H_{11}Br$ . . .	32,99

Для приготовленія изъ этого бромида триметилэтилена я воспользовался указаніемъ Кондакова[3]), по которому при дѣйствіи на *іодистый* третичный амилъ алкогольнаго раствора ѣдкаго кали[4]) получается чистый триметилэтиленъ, не содержащій примѣси другихъ изомеровъ амилена. Поэтому я нашелъ возможнымъ примѣнить этотъ способъ полученія необходимаго мнѣ триметилэтилена къ *бромистому* третичному амилу. Опытъ вполнѣ оправдалъ мои ожиданія. На каждые 75 гр. ($^1/_2$ молекулы) бромистаго третичнаго амила брали 112 гр. (2 молекулы) ѣдкаго кали въ порошкѣ и недостаточное для растворенія количество 95-типроцентнаго алкоголя. Смѣсь стояла въ колбѣ съ обратно поставленнымъ холодильникомъ при обыкновенной температурѣ въ теченіе двѣнадцати часовъ.

---

[1]) *Эльтековъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *14*, 379.
[2]) *Wyschnegradsky*. L. A. *190*, 377.
[3]) *И. Кондаковъ*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *17*, 294.
[4]) *Ermolajew*. Z. 1871, 275.

Затѣмъ ее кипятили въ теченіе 6 часовъ на водяной банѣ. По окончаніи реакціи образовавшійся триметилэтиленъ былъ отогнанъ вмѣстѣ со спиртомъ, выдѣленъ водой изъ спиртового раствора, отдѣленъ дѣлительной воронкой и высушенъ свѣже сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ. Полученный продуктъ не содержалъ ни малѣйшихъ слѣдовъ галоида. Точка кипѣнія его послѣ двукратной перегонки надъ металлическимъ натріемъ была 38°—39° при 753 mm. При разбалтываніи съ разбавленной сѣрной кислотой (2 : 1) на холоду не оставлялъ даже слѣдовъ непоглощеннаго углеводорода, что даетъ право считать его чистымъ, не содержащимъ другихъ изомеровъ триметилэтиленомъ. Анализъ далъ слѣдующіе результаты:

Взято вещества	0,1427 гр.
Получено воды	0,1856 „
Получено углекислоты	0,3549 „

Отсюда

	въ процентахъ.	Вычислено для C_5H_{10}.
Водорода . .	14,58	14,41
Углерода . .	85,36	85,59.

Молекулярная рефракція и удѣльный вѣсъ опредѣлены по слѣдующимъ даннымъ:

Вѣсъ триметилэтилена при 19° . . .	0,5379 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8116 „
Показатель преломленія для линіи D .	1,3855
Плотность	0,66275
Молекулярная рефракція	24,78.

Для ненасыщеннаго углеводорода C_5H_{10} съ одной двойной связью должно быть 24,72. Чтобы сравнить удѣльный вѣсъ полученнаго триметилэтилена съ наблюдаемыми раньше, я воспользовался эмпирической формулой Ландольта и Яна [1]), по которой удѣльный вѣсъ при t равенъ 0,68313—0,001018 t. Вычисленный по этой формулѣ уд. вѣсъ при 19° будетъ равенъ 0,66379.

[1]) *Landolt* und *Jahn*. Z. f. phys. Chemie. *10*. 302.

Нѣкоторая часть триметилэтилена была получена изъ продажнаго кальбаумовскаго гидрата амилена, съ температурой кипѣнія при 760 mm. 101°—102°. Р. Шиффъ [1]) опредѣляетъ ее въ 101°,6—102°. Къ 20 гр. слегка высушенной продажной щавелевой кислоты, помѣщенной въ колбу съ капальной воронкой, обратно поставленнымъ холодильникомъ, отъ котораго шла отводящая трубочка къ гофмановскому пріемнику, приливали по каплямъ 50 гр. гидрата амилена [2]). Колбу нагрѣвали на водяной банѣ до 80°, а пріемникъ охлаждался смѣсью снѣга съ поваренной солью. Операція эта была повторена три раза. Полученный отгонъ (почти 120 гр.) сливали съ небольшого количества льда, оставляли надъ сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ въ теченіе сутокъ и перегоняли надъ металлическимъ натріемъ на маленькой водяной банѣ съ дефлегматоромъ большихъ размѣровъ, собирая продуктъ въ предѣлахъ одного градуса. Между 37°,9 и 38°,2 перешло почти все (давленіе было 765 mm.). Получено болѣе 90% теоретическаго выхода триметилэтилена, который оказался вполнѣ идентичнымъ съ приготовленнымъ раньше:

Вѣсъ триметилэтилена при 19° . . .	0,5267 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,7944 „
Плотность $\frac{19}{4}$	0,6630
Показатель преломленія для линіи D .	1,3860
Молекулярная рефракція	24,80.

По Ландольту и Яну плотность была бы равна при 19° 0,66379. Вычисленная молекулярная рефракція = 24,72. Полученный триметилэтиленъ хранился въ небольшихъ запаянныхъ сосудахъ, чтобы предохранить его отъ окисленія на воздухѣ.

Первые опыты полученія кетона изъ триметилэтилена и хлористаго ацетила въ присутствіи бромистаго алюминія не привели къ желаемому результату, хотя количество бромистаго алюминія было взято относительно очень малое, а именно по отношенію:

$$2\,\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH_3 : 2\,CH_3COCl : AlBr_3.$$

[1]) *R. Schiff*. L. A. *220*, 102.

[2]) *Bender*. Loco cit. 51 стр.

Къ 200 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода прибавили 26 гр. бромистаго алюминія и затѣмъ при охлажденіи водой, 13 гр. триметилэтилена. Замѣчалось значительное разогрѣваніе раствора и выпаденіе тяжелой оранжевой жидкости. Отъ прибавленія — по каплямъ—16 гр. хлористаго ацетила растворъ слегка мутился и слегка разогрѣвался. Нагрѣваніе на водяной банѣ—ниже температуры кипѣнія сѣрнистаго углерода—повлекло за собой обильное выдѣленіе бромистаго водорода. Однако же, когда оно закончилось и я разложилъ съ обычными предосторожностями красно-оранжевый продуктъ реакціи водой съ содой и льдомъ, и затѣмъ подвергнулъ его обычной фракціонированной отгонкѣ водянымъ паромъ изъ щелочнаго содоваго раствора, то кетона не получилось, а выдѣлившееся легкое масло представляло только углеродистый водородъ со всѣми свойствами олефиновъ. Въ виду этого обстоятельства пришлось бромистый алюминій замѣнить хлористымъ и вводить его послѣднимъ въ реакцію. Отношенія и здѣсь были взяты прежнія:

$$2\,CH_3COCl : 2\,\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!C = CH - CH_3 : AlCl_3.$$

Первая же проба дала удовлетворительный результатъ. Къ хорошо охлажденному (льдомъ) раствору 20 гр. триметилэтилена и 23 гр. хлористаго ацетила въ 200 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода осторожно и небольшими порціями прибавляли при постоянномъ взбалтываніи 20 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ. Затѣмъ нагрѣвали на водяной банѣ, не доводя до кипѣнія сѣрнистый углеродъ, до тѣхъ поръ, пока не прекратилось выдѣленіе хлористаго водорода. Сейчасъ послѣ этого слили сѣрнистый углеродъ съ окрашеннаго густого продукта реакціи, разложили его, внося небольшими порціями въ растворъ соды съ кусочками льда, и затѣмъ подвергли систематической отгонкѣ съ водянымъ паромъ изъ щелочнаго раствора. Всплывшій легкій слой былъ высушенъ хлористымъ кальціемъ и подвергнутъ фракціонированной перегонкѣ. Главная масса его, если не считать небольшого количества высококипящихъ, отчасти разлагающихся продуктовъ перешла при 140°—150°.

Проба съ хлористоводороднымъ семикарбазидомъ и уксуснокислымъ аліемъ дала ожидаемый семикарбазонъ. Дальнѣйшіе

опыты состояли въ подыскиваніи наиболѣе благопріятныхъ условій для этой реакціи. Въ концѣ-концовъ выяснилось, что наибольшіе выходы достигаются при соблюденіи такихъ предосторожностей: прежде всего оказывается выгоднымъ работать при большей концентраціи реагирующихъ тѣлъ, а именно на каждые 250 гр. сѣрнистаго углерода лучше всего брать 35 гр. триметилэтилена и 42 гр. хлористаго ацетила (почти на 10% больше количества, требующагося по отношенію $2\,CH_3COCl : 2\,\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>C = CH - CH_3 : AlCl_3$). Хлористый алюминій надо вводить по возможности медленно, ни въ какомъ случаѣ не давая жидкости нагрѣваться значительно выше 0° (охлажденіе льдомъ). При сильномъ взбалтываніи смѣси замѣчается выдѣленіе хлористаго водорода. Нагрѣваніе можетъ быть очень слабое, такъ какъ уже при 15° замѣчается очень сильное выдѣленіе хлористаго водорода. При одномъ изъ такихъ опытовъ было сдѣлано приблизительное опредѣленіе количества выдѣляющагося хлористаго водорода: конецъ холодильника замыкался пробкой, отъ которой шла газоотводная трубочка, соединенная съ предохранительной U-образной трубкой съ хлористымъ кальціемъ; отъ этой послѣдней вела трубочка къ нижнему тубусу колонки съ пемзой, обильно смоченной водой. U-образную трубку сильно охлаждали, чтобы задержать пары сѣрнистаго углерода и триметилэтилена; колонку взвѣсили въ началѣ опыта и послѣ двухчасового слабаго (сѣрнистый углеродъ не закипалъ, температура бани была около 40°—45°) нагрѣванія. Если бы выдѣлился весь хлоръ хлористаго ацетила въ видѣ хлороводорода, то привѣсъ колонки былъ бы равенъ 18 гр., на самомъ дѣлѣ получено нѣсколько больше 15 гр., т.-е. около 80% ожидаемаго количества.

Поэтому, въ особенности, если принять во вниманіе неизбѣжныя потери, можно считать реакцію черезъ два часа законченной и приступать къ дальнѣйшей обработкѣ. Если жидкость оставить стоять даже на холоду, то замѣчается уменьшеніе выхода кетона. Послѣ нагрѣванія тяжелая жидкость, осѣдавшая на дно, обыкновенно мѣняла свой первоначально оливковый цвѣтъ, принимая нѣсколько оранжевый оттѣнокъ. Хотя я обыкновенно отгонялъ слитый съ осадка сѣрнистый углеродъ и разлагалъ остатокъ водой съ содой и льдомъ, но эта операція мало прибавляетъ кетона. Послѣ разложенія обычнымъ порядкомъ и послѣдовательныхъ пе-

регонокъ съ водянымъ паромъ получалось около 14 граммовъ (13—15) красноватой жидкости довольно густой консистенціи. Ее высушивали прокаленнымъ и сплавленнымъ сѣрнокислымъ натріемъ и фракціонировали. Получались главнымъ образомъ двѣ фракціи: одна ниже 140° (главнымъ образомъ при 86°), содержащая хлоръ и мало реагировавшая съ бромомъ и воднымъ растворомъ марганцевокислаго калія. Другая кипѣла выше 140° (большая часть *всей* взятой жидкости переходила при 143°—144°), не давала реакціи на галоидъ, но зато очень энергично реагировала съ бромной водой и обезцвѣчивала слабый растворъ марганцевокислаго калія уже на холоду. При повторныхъ перегонкахъ удалось отдѣлить кетонъ отъ примѣсей и получить продуктъ, кипящій при 144°—145° (давленіе было 743 mm.). Анализъ привелъ къ формулѣ $C_7H_{12}O$.

	I.	II.
Взято вещества . . .	0,1232 гр.	0,1167 гр.
Получено воды . . .	0,1209 „	0,1148 „
„ углекислоты.	0,3379 „	0,3199 „

	Отсюда въ процентахъ I.	II.	Вычислено для $C_5H_9COCH_3$.
Углерода . . .	74,80	74,76	74,92
Водорода . . .	11,00	11,03	10,81

Удѣльный вѣсъ и молекулярная рефракція были найдены изъ слѣдующихъ данныхъ:

Вѣсъ кетона при 18°	1,1252 гр.
„ воды при 4°	1,2910 „
Показатель преломленія для линіи D .	1,4378 „
Плотность $\frac{18}{4}$	0,8716 „
Молекулярная рефракція	33,72

Вычисленная изъ атомныхъ рефракцій для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью $C_7H_{12}O$ равна 33,51. Ненасыщенный характеръ соединенія сказывается въ его отношеніи къ бромной водѣ и марганцевокислому калію. Кетонный характеръ обнаруживается

по способности его давать семикарбазонъ. Для полученія этого семикарбазона къ 0,5 гр. хлористоводороднаго семикарбазида и 1,0 гр. уксуснокислаго калія въ концентрированномъ водномъ растворѣ прибавили 0,5 гр. кетона. Такъ какъ сильное взбалтываніе, благодаря маслянистой консистенціи кетона, не ведетъ къ быстрому образованію искомаго продукта, то къ смѣси прибавили чистаго метиловаго алкоголя („acetonfrei") до полученія однородной жидкости и, погрузивъ стаканъ съ реагирующими тѣлами въ большую баню съ горячей водой, оставили на ночь. На другой день при разбавленіи холодной водой изъ раствора выпалъ обильный бѣлый осадокъ жирныхъ на видъ иголочекъ семикарбазона. Если смѣсь реактивовъ въ указанной пропорціи (съ метиловымъ алкоголемъ) нагрѣть нѣсколько сильнѣй (во всякомъ случаѣ не до кипѣнія), а потомъ разбавить горячей водой до появленія чуть замѣтной мути и затѣмъ оставить медленно охлаждаться, то уже черезъ нѣсколько часовъ изъ раствора выпадаютъ кристаллики, собранные въ друзы въ видѣ многолучевыхъ звѣздочекъ. Кристаллическій осадокъ семикарбазона былъ отсосанъ на тромпѣ, тщательно промытъ, отжатъ и высушенъ на пористой фарфоровой тарелкѣ и перекристаллизованъ изъ кипящаго бензола. Чистый продуктъ плавится съ замѣтнымъ разложеніемъ при 178°—180° (при медленномъ нагрѣваніи при 176°). Застываетъ въ капиллярной трубочкѣ при 176°. Анализъ его привелъ къ числамъ, отвѣчающимъ ожидаемой формулѣ.

	I.	II.
II. Взято вещества . . .	0,1071 гр.	0,1157 гр.
Получено воды . . .	0,0883 „	0,0935 „
„ углекислоты.	0,2215 „	0,2398 „

III. 0,1023 гр. вещества дали 22,4 куб. сант. влажнаго азота при 16°,5 и 746 mm., что отвѣчаетъ 0,02527 гр. азота.

	Отсюда въ процентахъ.			Вычислено для
	I.	II.	III.	$\begin{matrix}C_5H_9\\CH_3\end{matrix}>C.N.NH.CO.NH_2$.
Водорода . .	9,24	9,06	—	8,95
Углерода . .	56,40	56,53	—	56,71
Азота . . .	—	—	24,99	24,89

Если для полученія семикарбазона брать теоретическія количества реагирующихъ тѣлъ или небольшой хотя бы избытокъ хлористоводороднаго семикарбазида, то послѣ выпаденія первыхъ кристалловъ съ точкой плавленія 176° (178°—180° при быстромъ нагрѣваніи) выдѣляется продуктъ, болѣе богатый азотомъ. Въ особенности ясно наблюдается это явленіе при такихъ условіяхъ: приготовленную однородную (отъ прибавленія метиловаго спирта) жидкость оставляютъ стоять безъ предварительнаго нагрѣванія. Оставаясь на воздухѣ, она медленно теряетъ метиловый алкоголь и начинаетъ выдѣлять кристаллы уже черезъ сутки. Отфильтрованные кристаллы плавились при 176° и не мѣняли точки плавленія послѣ перекристаллизаціи изъ бензола. Фильтратъ черезъ нѣсколько дней снова выдѣлилъ кристаллы, но уже съ точкой плавленія 186° (съ сильнымъ разложеніемъ). Опредѣленіе азота въ нихъ дало такой результатъ: 0,1275 гр. вещества дали 32,5 куб. сант. влажнаго азота при 17° и 723 mm., что отвѣчаетъ 0,03601 гр. азота.

Найдено 28,24% азота, тогда какъ въ семикарбазонѣ изъ кетона $C_5H_9COCH_3$ всего 24,89%. Такой же результатъ получается и при обработкѣ кетона, кипящаго въ болѣе широкихъ предѣлахъ (140°—150°), если удалить хотя бы фильтрованіемъ черезъ влажный фильтръ мало растворимое въ водномъ метиловомъ алкоголѣ масло. Оба вещества (176° и 186°) не содержали слѣдовъ галоида. Надо замѣтить, что можно получить почти такіе же выходы кетона, употребляя бромистый алюминій, и даже въ нѣсколько большемъ относительномъ количествѣ

$$(3\ CH_3COCl : 3 \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!> C = CH - CH_3 : 2\ AlBr_3),$$

если только вводить его въ реакцію послѣднимъ и притомъ въ растворѣ: 16 гр. хлористаго ацетила и 15 гр. триметилэтилена растворили въ 150 гр. чистаго и сухого сѣрнистаго углерода, охладили растворъ до нуля ледяной водой и снѣгомъ и ввели въ эту смѣсь растворъ 36 гр. бромистаго алюминія въ 60 гр. сѣрнистаго углерода, медленно капая имъ изъ капальной воронки и не давая нагрѣваться. Образованіе мути и появленіе на днѣ оранжеваго слоя указываетъ на то, что реакція идетъ, при чемъ выдѣляется бромистый водородъ. Далѣе слѣдовало умѣренное нагрѣваніе до прекращенія выдѣленія бромистаго водорода, разложеніе

продукта реакціи и т. д. При этомъ въ первомъ погонѣ кетона (до 140°) можно было обнаружить очень большое содержаніе галоида. При вторичной перегонкѣ эта часть переходила при 100—135°; она вполнѣ нейтральнаго характера. Судя по содержанію большаго количества галоида, способности давать при нагрѣваніи (реакція велась въ запаянныхъ трубочкахъ) со спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали нейтральныя легкія жидкости непредѣльнаго характера и по предѣламъ температуры кипѣнія эта часть представляла смѣсь различныхъ галоидопроизводныхъ пентана. Вторая фракція (главнымъ образомъ 140°—150°) содержитъ также ничтожные слѣды галоида, отъ которыхъ очень легко избавиться, перегнавъ препаратъ надъ сухой содой.

Желая избавиться отъ этихъ вторичныхъ дѣйствій, я пробовалъ расположить опытъ такимъ образомъ, чтобы растворъ, въ которомъ идетъ реакція, все время промывался бы какимъ-нибудь нейтральнымъ газомъ. Въ одномъ опытѣ, во время котораго ни разу не производили подъема температуры сколько-нибудь значительно выше 0° (только самое малое время температура была комнатная), бромистый водородъ все время удалялся струей чистаго (весь обычный рядъ очищающихъ жидкостей) и сухого (2 стклянки Дрекселя, большая колонка съ пемзой, смоченной сѣрной кислотой, колонка маленькая съ фосфорнымъ ангидридомъ) водорода. Колба была соединена съ очень длиннымъ обратнымъ холодильникомъ. Пропусканіе водорода начали одновременно съ прибавленіемъ по каплямъ раствора бромистаго алюминія въ сѣрнистомъ углеродѣ. Количества реагентовъ и самый способъ веденія реакціи былъ совершенно такой, какъ въ только что описанномъ примѣрѣ. Въ другомъ опытѣ было допущено нагрѣваніе; бромистый водородъ удаляли чистой и сухой углекислотой. Въ результатѣ обѣихъ реакцій (пропускали нейтральные газы до полнаго прекращенія выдѣленія бромистаго водорода) все-таки образовалось значительное количество бромозамѣщенныхъ пентановъ, и выходы, какъ и вездѣ въ случаѣ триметилэтилена, были не больше 20%. Строеніе полученнаго кетона можетъ быть выражено формулой

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C=C<\!\!\begin{matrix} CH_3 \\ COCH_3 \end{matrix}$$

т.-е. это триметилэтиленъ, у котораго послѣдній этиленный водородъ замѣщенъ ацетильной группой [1]).

Дѣйствіе хлористаго ацетила на гексиленъ въ присутствіи хлористаго алюминія.

Для изученія дѣйствія хлористаго ацетила на гексиленъ пришлось, конечно, остановиться на самомъ доступномъ его изомерѣ, который употребляется почти вездѣ, гдѣ необходимъ углеводородъ C_6H_{12}, т.-е. β—гексиленѣ. Кальбаумовскій гексиленъ („aus Mannit" или „aus Hexyljodid") былъ высушенъ сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и перегнанъ надъ металлическимъ натріемъ. Почти весь онъ перешелъ при 66°—67° (давленіе было 742,5 mm). Для анализа и опредѣленія физическихъ постоянныхъ была взята проба изъ средняго погона:

Взято углеводорода	0,1211	гр.
Получено воды	0,1568	„
Получено углекислоты	0,3793	„

Откуда

	Въ процентахъ.	Вычислено для C_6H_{12}.
Водорода	14,52	14,41
Углерода	85,42	85,59

Удѣльный вѣсъ и молекулярная рефракція вычислены на основаніи слѣдующихъ данныхъ:

Вѣсъ углеводорода при 20°,5 . . .	0,8797	гр.
Вѣсъ воды при 4°	1,2910	„
Показатель преломленія для линіи D.	1,3950	„
Плотность $\frac{20,5}{4}$	0,6814	„
Молекулярная рефракція	29,55	„

По Гехту и Штрассу [2]) температура кипѣнія β—гексилена равна 67° при 737,9 mm. Удѣльный вѣсъ можно вычислить по эмпири-

[1]) *И. Кондаковъ.* Ж. Р. Ф. Х. О. *26,* 8.

[2]) *Hecht* und *Strass.* L. A. *162,* 162.

ческой формулѣ Ландольта и Яна [1]): $d\frac{t}{4} = 0,70271 - 0,00092892\,t$; для 20°,5 она равна 0,6837. Молекулярная рефракція для ненасыщеннаго углеводорода C_6H_{12} съ одной двойной связью вычисляется 29,33. Меня смущала нѣсколько низкая температура кипѣнія, и поэтому я приготовилъ чистый препаратъ изъ маннита, переходя чрезъ вторичный іодистый гексилъ [2]). Смѣсь сухого краснаго фосфора (100 гр.) и продажнаго Кальбаумовскаго маннита (200 гр.) вносили порціями по 75 гр. въ 500 гр. іодистоводородной кислоты, удѣльнаго вѣса 1,7, въ струѣ сухой углекислоты (во избѣжаніе взрыва отъ возможной реакціи между фосфористымъ водородомъ и воздухомъ). Нагрѣвалъ я сначала слабо, подъ конецъ доводилъ жидкость до кипѣнія. По окончаніи реакціи удобнѣе всего производить отгонку водянымъ паромъ, повторяя ее нѣсколько разъ. Въ концѣ-концовъ было получено 110 гр. слегка розовой тяжелой жидкости. Проба ея, послѣ надлежащей очистки и высушиванія, кипѣла съ значительнымъ разложеніемъ при 168° (давленіе 746 mm.). Не подвергая полученный препаратъ перегонкѣ подъ уменьшеннымъ давленіемъ, я прямо перевелъ его въ β—гексиленъ по способу Эрленмейера и Ванклина [3]): на каждые 100 гр. іодистаго гексила я бралъ 60 гр. ѣдкаго кали (вдвое больше, чѣмъ слѣдуетъ по уравненію: $C_6H_{13}J + KOH = C_6H_{12} + KJ + H_2O$), 100 гр. абсолютнаго спирта и 15 гр. воды. Кипяченіе велось на водяной банѣ въ теченіе 5 — 6 часовъ, считая отъ начала реакціи (самопроизвольное вскипаніе и выдѣленіе на стѣнкахъ колбы кристалловъ іодистаго калія), наступающей уже при температурѣ бани въ 75°—80°. Полученный продуктъ тщательно отгоняли на водяной банѣ и кипятили отгонъ еще два часа въ колбѣ съ обратно поставленнымъ холодильникомъ съ 20 гр. ѣдкаго кали въ порошкѣ. Послѣ отгонки на водяной банѣ выдѣлили углеводородъ изъ спиртоваго отгона водой, при чемъ надо замѣтить, что отгонъ не содержалъ уже ни малѣйшаго слѣда галоида, отдѣлили всплывшій легкій слой, высушили его свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и дважды перегнали надъ металлическимъ натріемъ. Полу-

---

[1]) *Landolt* und *Jahn*. Z. f. phys. Chimie. *10*, 302.
[2]) *Hecht*. L. A. *209*, 311.
[3]) *Erlenmeyer* und *Wanklyn*. L. A. 135, 141.

ченный углеводородъ кипѣлъ при 67°,1 — 67°,2 (давленіе было 744 mm). Для сравненія привожу результаты анализа и опредѣленій физическихъ постоянныхъ двухъ образцовъ углеводорода, полученныхъ при дѣйствіи спиртового раствора ѣдкаго кали на іодистый гексилъ разнаго полученія: температура кипѣнія ихъ была одинакова.

	A	B
Взято вещества	0,1064 гр.	0,1514 гр.
Получено воды	0,1369 „	0,1971 „
Получено углекислоты . .	0,3330 „	0,4740 „

Отсюда	Въ процентахъ. A.	Въ процентахъ. B.	Вычислено для C_6H_{12}
Водорода	14,43	14,59	14,41
Углерода	85,36	85,38	85,59

Удѣльный вѣсъ и молекулярная рефракція вычислены изъ слѣдующихъ данныхъ.

	A	B
Вѣсъ углеводорода при темп. опыта	0,8838	0,8843
Вѣсъ воды при 4°	1,2910	1,2910
Температура опыта	18°,5	18°
Показатель преломл. для линіи D .	1,3965	1,3972
Плотность $\frac{t}{4}$	0,6846	0,6849
Молекулярная рефракція	29,54	29,52
Вычисл. для C_6H_{12} молекул. рефр. .	29,33	29,33
Плотность по Ландольту и Яну . .	0,6855	0,6857

Такимъ образомъ можно заключить, что мой препаратъ представляетъ совершенно чистый β—гексиленъ, строеніе котораго выражается формулой $CH_3CH_2CH_2CH = CH - CH_3$, т.-е. это метил- n-пропилэтиленъ [1]).

При взаимодѣйствіи полученныхъ образцовъ гексилена съ хлористымъ ацетиломъ и хлористымъ алюминіемъ я велъ реакцію совершенно такимъ же образомъ, какъ ее ведутъ обыкновенно съ

[1]) Ср. *Ida Welt.* B. B. *30*, 1494.

лонзебомъ. Опыты сначала были продѣланы съ гексиленомъ, полученнымъ мною изъ маннита. Къ 150 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода я прибавилъ 21 гр. метил- n- пропилэтилена т. к. 67°, 1—67°,2) и 20 гр. хлористаго ацетила. Смѣсь была помѣщена въ колбу, соединенную съ обратно поставленнымъ холодильникомъ, которая охлаждалась ледяной водой и льдомъ. Отъ другого конца холодильника вели двѣ предохранительныя трубочки съ хлористымъ кальціемъ; одну изъ нихъ сильно охлаждали снѣгомъ съ поваренной солью; въ этой трубочкѣ могъ задерживаться испаряющійся гексиленъ и сѣрнистый углеродъ. Затѣмъ шла трубочка къ нижнему тубусу колонки съ влажной пемзой, которую взвѣшивали передъ началомъ опыта. Къ раствору понемногу и при сильномъ взбалтываніи (не вынимая изъ холодильной смѣси) прибавляли 24 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ. Количества реактивовъ отвѣчали отношенію $3CH_3COCl : 3C_3H_7CH = CH - CH_3 : 2AlCl_3$. Хлористый алюминій реагировалъ уже на холоду съ легкимъ шипѣніемъ и выдѣленіемъ хлористаго водорода. По мѣрѣ прибавленія его на днѣ колбы образовывалась густая оранжево-желтая жидкость. Когда все количество было внесено, постепенно начали повышать температуру бани, не давая ей повышаться значительно выше температуры кипѣнія сѣрнистаго углерода. Большей частью термометръ показывалъ 40°. Когда черезъ четыре часа выдѣленіе хлористаго водорода прекратилось и окончательно взвѣсили колонку съ пемзой, то оказался привѣсъ въ 7 гр. (немного больше. Если бы выдѣлился весь хлористый водородъ по реакціи $C_6H_{12} + CH_3COCl = C_6H_{11}COCH_3 + HCl$, то его должно было быть 9 гр., такъ что выдѣлилось болѣе 80%. Сѣрнистый углеродъ былъ полностью отогнанъ при возможно низкой температурѣ (иногда эта отгонка происходила только по отдѣленію тяжелаго продукта реакціи); оставшуюся густую жидкость слили въ дѣлительную воронку и постепенно разложили воднымъ растворомъ соды съ кусочками льда. Реакція разложенія протекала очень умѣренно, и особеннаго шипѣнія и выдѣленія хлористаго водорода не наблюдалось,—обычная картина при небольшомъ относительномъ количествѣ галоидныхъ соединеній алюминія. Послѣ разложенія полученная грязнаго вида жидкость подвергалась обычной повторной перегонкѣ водянымъ паромъ изъ щелочнаго содоваго раствора съ обычными предосторожностями. Въ результатѣ

получили около 24 гр. легкой, пріятно пахучей жидкости. Часть этой жидкости была слегка съ нагрѣта воднымъ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія, къ которому было прибавлено столько метиловаго спирта, чтобы получился однородный растворъ. На другой день изъ нея выпали кристаллы семикарбазона. При фракціонировкѣ полученной жидкости (высушили ее сплавленнымъ безводнымъ сѣрнокислымъ натріемъ) можно было раздѣлить ее на двѣ почти равныя части (не считая отогнаннаго раньше сѣрнистаго углерода): 1) фракція 120°—130°, въ количествѣ 10 гр., содержала массу галоида и не давала реакціи на кетонъ, и 2) фракція 165°—175°, нѣсколько больше 10 гр., дающая семикарбазонъ, которая также содержала галоидъ. Она очень энергично обезцвѣчивала при взбалтываніи на холоду бромную воду и водный слабый растворъ марганцевокислаго калія. Первая фракція была подвергнута новой перегонкѣ и оказалась состоящей главнымъ образомъ изъ вторичнаго хлористаго гексила, такъ какъ кипѣла при 124°—126° и давала при нагрѣваніи въ запаянной трубкѣ со спиртовымъ растворомъ ѣдкаго кали легкій нейтральный слой, съ реакціями ненасыщеннаго углеводорода. По Домачу [1]) продуктъ присоединенія хлористаго водорода къ β—гексилену (метилпропилэтилену) кипитъ при 123°,5. Что касается второй фракціи (165° — 175°), которой получается болѣе 30% возможнаго теоретическаго выхода на кетонъ, то для выясненія характера заключающагося въ ней галоидопроизводнаго мнѣ не хотѣлось прибѣгать къ фракціонировкѣ ея даже въ разрѣженномъ пространствѣ, такъ какъ при этихъ условіяхъ я не могъ поручиться, что кетонъ, — въ родѣ полученныхъ И. Кондаковымъ,— не распадается съ образованіемъ непредѣльнаго кетона и хлористаго водорода. Поэтому я подвергъ ее обработкѣ такого рода: вся фракція 165°—175° была растворена въ чистомъ („acetonfrei") метиловомъ спиртѣ и обработана крѣпкимъ воднымъ растворомъ равныхъ вѣсовъ (по 10 гр.) хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія. Смѣсь стояла болѣе сутокъ и выдѣлила массу кристалловъ семикарбазона, смѣшанныхъ съ выпавшимъ хлористымъ каліемъ. Выпавшій осадокъ кристалловъ былъ отсосанъ на тромпѣ, хлористый калій отмыли водой, промыли затѣмъ кри-

[1]) *Domac.* M. *2*, 313.

сталлы метиловымъ спиртомъ и отжали досуха на пористой фарфоровой тарелкѣ. Точка плавленія ихъ была 138° — 140°. Кристаллы оказались содержащими хлоръ. Количество его было опредѣлено. 0,3057 гр. вещества при нагрѣваніи до 180° въ запаянной трубкѣ съ азотной кислотой дали всего 0,0309 гр. хлористаго серебра, что отвѣчало 0,00764 гр. хлора или 2,50%. Если при реакціи произошло присоединеніе хлористаго водорода къ ненасыщенному кетону $C_6H_{11}COCH_3$ и образовался насыщенный кетонъ состава $C_6H_{12}ClCOCH_3$, или если кетонъ $C_6H_{12}ClCOCH_3$ образовался отъ непосредственнаго присоединенія хлористаго ацетила къ гексилену, все равно въ отвѣчающемъ ему семикарбазонѣ должно быть 16,21% хлора. Изъ этого можно заключить, что нашъ продуктъ состоитъ изъ ненасыщеннаго кетона $C_6H_{11}COCH_3$ съ примѣсью около 15-ти процентовъ кетона $C_6H_{12}ClCOCH_3$. Принимая во вниманіе количество выдѣлившагося при реакціи хлористаго водорода и то обстоятельство, что намъ удается выдѣлить изъ сырого продукта вторичный хлористый гексилъ, мы должны признать, что продуктъ $C_6H_{12}ClCOCH_3$ несомнѣнно вторичнаго происхожденія, т.-е. что образовался онъ на счетъ ненасыщеннаго кетона $C_6H_{11}COCH_3$ и хлористаго водорода, образовавшагося при разложеніи сложнаго металлорганическаго соединенія водой. Для полученія чистаго семикарбазона, отвѣчающаго кетону $C_6H_{11}COCH_3$, сырой продуктъ (т. пл. 138°—140°, нѣсколько разъ перекристаллизовали, сначала изъ воднаго метиловаго алкоголя, затѣмъ изъ кипящаго бензола. Послѣ этого удалось получить кристаллическій семикарбазонъ, не содержащій хлора и не мѣняющій своей точки плавленія (148°—149°) при дальнѣйшихъ перекристаллизаціяхъ. Анализъ его далъ слѣдующій результатъ:

I. Взято вещества	. . . . .	0,1012 гр.
Получено воды	. . . . .	0,0858 „
Получено углекислоты	. . .	0,2187 „

II. 0,1082 гр. вещества дали 22,2 куб. сант. влажнаго азота при 22° и 758,5 mm.

Отсюда

	Въ процентахъ. I	II	Вычислено для $\begin{matrix}C_6H_{11}\\CH_3\end{matrix}>C:N.NHCONH_2$.
Водорода	9,54	—	9,37
Углерода	58,94	—	58,91
Азота	—	23,19	22,98

5 гр. добытаго такимъ образомъ чистаго семикарбазона были облиты 200 куб. сант. 10-типроцентной (по вѣсу) сѣрной кислоты и отогнаны съ водянымъ паромъ. При этомъ жидкость приняла слегка разовый оттѣнокъ. Вторичная перегонка производилась изъ щелочнаго содоваго раствора. Выдѣлившійся въ дѣлительной воронкѣ слой былъ отдѣленъ, высушенъ свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и фракціонированъ. При 749 mm. температура его кипѣнія была 171°—172°. Полученный такимъ образомъ кетонъ представляетъ довольно подвижную, совершенно безцвѣтную жидкость пріятнаго запаха, нерастворимую въ водѣ. При взбалтываніи его съ растворомъ марганцевокислаго калія на холоду или съ бромной водой быстро вызываетъ обезцвѣчиваніе. Анализъ далъ числа, отвѣчающія кетону $C_6H_{11}COCH_3$:

	I	II
Взято вещества	0,1200 гр.	0,1189 гр.
Получено воды	0,1221 „	0,1215 „
Получено углекислоты . .	0,3362 „	0,3325 „

Отсюда

	Въ процентахъ. I	II	Вычислено для $C_6H_{11}COCH_3$.
Водорода . . .	11,41	11,45	11,21
Углерода . . .	76,39	76,27	76,11

Опредѣленіе молекулярной рефракціи и удѣльнаго вѣса дало такія величины:

Вѣсъ кетона при 19°	0,6900 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8002 „
Показатель преломленія для линіи D . .	1,4520 „
Плотность $\frac{19^0}{4^0}$	0,8623 „
Молекулярная рефракція	39,42 „

Вычисленная по атомнымъ рефракціямъ для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью $C_8H_{14}O$ она равна была бы 38,72. То же вычисленіе для ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями даетъ 39,66, т.-е. наблюденную величину.

Полученный изъ чистаго кетона семикарбазонъ плавился при 148°—149°, что даетъ намъ право сдѣлать заключеніе, что при разложеніи семикарбазона слабой сѣрной кислотой не происходитъ изомеризаціи: соляной кислоты я избѣгалъ въ виду возможности присоединенія хлористаго водорода къ ненасыщенному кетону.

Реакція полученія кетона $C_6H_{11}COCH_3$ была также продѣлана съ кальбаумовскимъ препаратомъ β-гексилена. Въ реакцію были введены 21 гр. углеводорода и 20 гр. хлористаго ацетила въ растворѣ 150 гр. сѣрнистаго углерода. Къ холодному раствору прибавляли 24 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ. Весь процессъ я велъ совершенно такъ, какъ и раньше, съ той только разницей, что по окончаніи прибавленія хлористаго ацетила смѣсь до нагрѣванія около 11 часовъ простояла въ ледяной водѣ (въ холодномъ помѣщеніи); при этомъ все-таки выдѣлилось нѣсколько граммовъ хлористаго водорода. Особенной разницы въ ходѣ реакціи не замѣчалось, и послѣ обычной обработки получилось почти столько же первой и второй фракціи, какъ и въ первомъ случаѣ. Укажу только, пожалуй, на то, что въ одномъ опытѣ послѣ перекристаллизаціи семикарбазона (изъ сырого кетона фракціи 165°—175°) изъ воднаго метиловаго спирта, продуктъ съ точкой плавленія 146° далъ нѣсколько повышенное содержаніе азота:

I. 0,1067 гр. вещества дали 22,2 куб. сант. влажнаго азота при 21°,5 и 756 mm.

II. 0,1065 гр. вещества дали 22,3 куб. сант. влажнаго азота при 22° и 756 mm.

Найдено:	I.	II.	Вычислено для $\begin{matrix} C_6H_{11} \\ CH_3 \end{matrix}> C : N . NH . CONH_2$.
Азота . .	23,51%	23,46%	22,98%

Несомнѣнно, что здѣсь была небольшая примѣсь продукта дѣйствія избытка семикарбазида въ уксуснокисломъ растворѣ на кетонъ. Послѣ перекристаллизаціи изъ горячаго сухого бензола семикарбазонъ плавился при 148°—149°.

Изъ него былъ полученъ при перегонкѣ съ десятипроцентной сѣрной кислотой кетонъ, который кипѣлъ при 171°—172° (давленіе было 748 mm) и обладалъ всѣми свойствами кетона, полученнаго мною раньше:

Взято вещества	0,1227 гр.
Получено воды	0,1228 „
Получено углекислоты	0,3428 „

	Найдено въ процентахъ.	Вычислено для $C_6H_{11}COCH_3$.
Углерода	76,20	76,11
Водорода	11,10	11,21

Удѣльный вѣсъ и молекулярная рефракція были такіе же:

Вѣсъ кетона при 20°	1,1128 гр.
„ воды при 4°	1,2310 „
Показатель преломленія для линіи D . . .	1,4522 „
Плотность $d\frac{20}{4}$	0,86195 „
Молекулярная рефракція	39,45

Вычисленная для ненасыщеннаго алкоголя съ двумя двойными связями—39,66.

Полученному при дѣйствіи хлористаго ацетила на метил-n-пропилэтиленъ могутъ отвѣчать двѣ формулы строенія, смотря по тому, какой атомъ водорода въ этиленовомъ остаткѣ будетъ замѣщенъ ацетильной группой: ближе лежащій къ группѣ CH_3 или къ группѣ C_3H_7. Слѣдовательно, возможныя формулы строенія будутъ

$$\begin{array}{l} CH_3-CO-C-CH_3 \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad CH-C_3H_7 \end{array} \quad \text{или же} \quad \begin{array}{l} CH_3-CO-C-C_3H_7 \\ \qquad\qquad\quad \| \\ \qquad\qquad CH-CH_3 \end{array}.$$

Изъ числа ненасыщенныхъ кетоновъ опредѣленнаго строенія два близко подходятъ къ нему *только по температурамъ кипѣнія*, рѣзко отличаясь по удѣльному вѣсу, а именно кетонъ CH_3-CO-

$-CH_2-CH=CH-C_3H_7$, полученный Валлахомъ [1]), у котораго температура кипѣнія 173°—174°, но удѣльный вѣсъ $d\frac{20}{4}=0{,}853$ и показатель для линіи D—1,44003. Молекулярная рефракція его равна 38,93, чуть больше величины для ненасыщеннаго кетона съ одной двойной связью. Метилацетилпентаметиленъ

$$CH_2\begin{cases} CH_2-CH-CH_3 \\ \quad\quad\;\; | \\ CH_2-CH-COCH_3 \end{cases},$$

полученный Перкиномъ и Кольманомъ [2]) при температурѣ кипѣнія 170°—171° обладаетъ удѣльнымъ вѣсомъ при 20°—0,9070. Особенно важно отмѣтить, что полученный мною кетонъ во всякомъ случаѣ не содержитъ ацетильной группы, замѣнившей одинъ атомъ водорода въ группѣ CH_3.

Что касается кетона состава $C_8H_{14}O$, полученнаго Павловымъ [3]) въ качествѣ одного изъ продуктовъ дѣйствія хлористаго пропіонила на цинкметилъ въ эквимолекулярныхъ количествахъ, то онъ при томъ же удѣльномъ вѣсѣ (0,862) обладаетъ слишкомъ низкой температурой кипѣнія (167°—168°).

Опытъ введенія ацетильной группы въ углеводородъ C_6H_{12} былъ продѣланъ и съ другимъ изомеромъ гексилена, а именно съ тетраметилэтиленомъ. Исходнымъ матеріаломъ для приготовленія тетраметилэтилена служилъ обыкновенный пинаконъ $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}.C.(OH)-$ $-C.(OH).\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$, который я готовилъ по способу, выработанному въ нашей лабораторіи: обыкновенный продажный ацетонъ — порціями по 100 куб. сант. — смѣшивали съ 50 куб. сант. отмытаго эѳира въ полулитровыхъ колбахъ съ обратно поставленными холодильниками. Въ каждую колбу постепенно прибавляли маленькими кусочками 28 гр. металлическаго натрія. Какъ только замѣчалось образованіе осадка отъ алкоголята изопропиловаго спирта или пи-

[1]) *Wallach.* L. A. *258,* 324.
[2]) *Perkin* and *Colmann.* Soc. *53,* 200.
[3]) *Pawlow.* L. A. *188,* 138.

накона, сейчасъ же прибавляли воды и хорошо разбалтывали смѣсь до полнаго исчезновенія осадка. На каждую порцію пришлось прибавить около 100 куб. сант. воды. По окончаніи реакціи къ каждой порціи прибавили еще сант. 30 воды, хорошо разболтали и отдѣлили отстоявшійся верхній слой дѣлительной воронкой. Въ этотъ слой пропускали углекислоту до кислой реакціи, отфильтровали выпавшій N_aHCO_3 и высушивали фильтратъ, оставляя его часовъ на 12 съ прокаленнымъ и сплавленнымъ (отчасти) сѣрнокислымъ натріемъ. Изъ полученной жидкости отгоняли на водяной банѣ всѣ продукты, кипящіе ниже 100°, послѣ чего остатокъ обыкновенно почти на цѣло закристаллизовывался. Для полученія чистаго пинакона кристаллическую массу подвергали перегонкѣ въ разрѣженномъ пространствѣ (при 20 mm) на масляной банѣ (температура ея не выше 115°) съ холодильной широкой трубкой. Почти весь продуктъ переходилъ при 82°—84° въ видѣ бѣлоснѣжныхъ игольчатыхъ кристалловъ. Въ среднемъ изъ 100 куб. сант. ацетона получалось 15 гр. пинакона съ точкой плавленія 37°—38°, тогда какъ по обычному способу приготовленія [1]) получается изъ такого же количества ацетона не болѣе 7—8 гр. чистаго пинакона. Изъ легкокипящей фракціи можно изолировать до 12 гр. изопропиловаго алкоголя.

Полученный пинаконъ переводили въ дибромидъ $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>CB_r - CB_r<\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$, растворяя его въ сплавленномъ видѣ въ насыщенномъ при 0° растворѣ бромистаго водорода (на 1 гр. пинакона 10 куб. сант. бромистоводородной кислоты). Черезъ двое сутокъ отсосали выдѣлившіеся кристаллы дибромида, промыли ихъ ледяной водой, отжали на пористой фарфоровой тарелкѣ, высушили и перекристаллизовали изъ горячаго бензоля съ прибавленіемъ чистаго и вполнѣ сухого животнаго угля [2]). Изъ 100 гр. пинакона получилось до 140 гр. почти чистаго продукта, который (1 часть) и подвергался обработкѣ цинковой пылью ($^1/_2$ части) въ уксуснокисломъ растворѣ (5 куб. сант.). Цинковую пыль вносили небольшими порціями, не давая температурѣ подниматься выше 16°. По

[1]) *Friedel und Silva J.* 1873, 340.

[2]) *Bayer* B. B. *26,* 2563.

внесеніи всей пыли сейчасъ же отсосали на тромпѣ, промыли остатокъ ледяной уксусной кислотой, фильтратъ разбавили водой, осторожно отогнали водянымъ паромъ, такъ что перешелъ почти только одинъ углеводородъ съ нѣсколькими каплями воды и отдѣлили его отъ воды твердымъ поташемъ, предварительно охладивъ растворъ. Отдѣленный подвижный слой былъ высушенъ сплавленнымъ поташемъ и перегнанъ надъ металлическимъ натріемъ [1]). Изъ порціи получалось не болѣе 7 гр. продукта съ точкой кипѣнія при 748 mm давленія 72°—73°: я не старался отгонять продуктъ нацѣло, боясь перегрѣть его и тѣмъ вызвать полимеризацію. Анализъ далъ вполнѣ удовлетворительные результаты:

Взято вещества	0,1205 гр.
Получено воды	0,1573 „
Получено углекислоты	0,3773 „

	Отсюда въ процентахъ:	Вычислено для $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=C<\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$.
Углерода	85.40	85,59
Водорода	14.63	14,41

Удѣльный вѣсъ и молекулярная рефракція опредѣлены изъ слѣдующихъ данныхъ.

Вѣсъ углеводорода при 14°	0,5590 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8002 „
Показ. преломленія для линіи D	1,4071 „
Удѣльный вѣсъ $\frac{14}{4}$	0,6985 „
Молекул. рефракція	29,60 „
Вычисленная для ненасыщеннаго углеводорода C_6H_{12}	29,33 „

20 гр. полученнаго такимъ образомъ чистаго тетраметилэтилена я растворилъ въ 150 гр. чистаго и сухого сѣрнистаго углерода, прибавилъ туда же 20 гр. хлористаго ацетила и, сильно охладивъ

[1]) *Thiele* B. B. *27*, 455.

извнѣ водой и льдомъ, вносилъ мельчайшими порціями 24 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ. Колба, въ которой шла реакція, была снабжена всѣми обычными приспособленіями. Весь опытъ протекалъ аналогично предыдущимъ. Часа черезъ три нагрѣваніе было прекращено и продуктъ реакціи былъ разложенъ съ обычными предосторожностями. Изъ перегнанной жидкости мнѣ не удалось выдѣлить (фракція 165°—175°) продукта, дающаго реакцію съ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія; кромѣ того полученный продуктъ хотя и реагировалъ съ бромной водой и растворомъ марганцевокислаго калія, но не давалъ сколько-нибудь устойчивой точки кипѣнія въ тѣхъ предѣлахъ температуры, которая отвѣчаетъ (приблизительно) искомому кетону $C_8H_{14}O$. Такой же результатъ (небольшое количество бромида и высококипящая неоднородная жидкость некетоннаго характера) былъ полученъ и при замѣнѣ хлористаго алюминія растворомъ бромистаго алюминія въ сѣрнистомъ углеродѣ, при чемъ отношеніе взятыхъ реактивовъ было $3\ \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C = C\!<\!\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} : 3\ CH_3COCl : AlB_{r_3}$, а именно 10 гр. тетраметилэтилена, 10 гр. хлористаго ацетила и 10 гр. бромистаго алюминія. Такую рѣзкую разницу въ результатахъ реакціи при замѣнѣ одного изомера другимъ приходится объяснить только отсутствіемъ у тетраметилэтилена атома водорода, способнаго замѣщаться ацетильной группой, т.-е. съ отсутствіемъ въ немъ атома водорода, стоящаго въ прямой связи съ углеродомъ, несущимъ двойную связь.

Дѣйствіе хлористаго ацетила на гептиленъ въ присутствіи хлористаго алюминія.

Для того чтобы ввести въ реакцію съ хлористымъ ацетиломъ гептиленъ вполнѣ опредѣленнаго строенія, я приготовилъ этотъ углеродистый водородъ такимъ путемъ: изъ нормальной масляной кислоты приготовляли бутиронъ, возстановляли его водородомъ in statu nascendi, превращали полученный вторичный спиртъ $(CH_3CH_2CH_2)_2CH.OH$ въ іодюръ и затѣмъ, дѣйствуя на него спиртовымъ растворомъ ѣдкой щелочи, отщепляли элементы іодистаго водорода и получали искомый гептиленъ. Такъ какъ обѣ группы

C_3H_7, соединенныя съ группой CHJ, вполнѣ симметричны, то при отщепленіи іодистаго водорода можетъ получиться только одинъ углеводородъ, формула строенія котораго будетъ такова: $CH_3CH_2CH_2.CH = CH.CH_2CH_3$, т.-е. получатся два стереоизомера симметрическаго этилпропилэтилена. Этотъ углеводородъ является ближайшимъ гомологомъ метилпропилэтилена, образованіе кетона изъ котораго было нами только что разсмотрѣно. Исходнымъ матеріаломъ для всѣхъ этихъ операцій служила нормальная масляная кислота отъ Кальбаума. Перегонка небольшой пробы ея показала (по точкѣ кипѣнія—162°), что препаратъ не содержалъ примѣси изомасляной кислоты. Перегнанную кислоту наливали порціями по 20 гр. (большее количество брать очень неудобно, такъ какъ очень много ея теряется отъ неизбѣжнаго нагрѣванія въ этихъ случаяхъ) въ фарфоровыя чашки, ставили въ ледяную воду и присыпали мельчайшими порціями негашеную известь (изъ мрамора) въ тонкомъ порошкѣ (всего 50 гр.—вдвое больше противъ теоріи) при постоянномъ перемѣшиваніи. Для того чтобы получились хорошіе выходы бутирона, необходимо, чтобы известь была настолько хорошо обожжена, что при капаніи водой сейчасъ же наступало шипѣніе: если этого не будетъ, то либо очень замедляется приготовленіе самой соли, либо—если его вести болѣе ускореннымъ темпомъ — получается бутиронъ еще въ чашкѣ и масса его теряется. Поэтому-то я всегда предварительно изслѣдовалъ известь въ этомъ отношеніи и, въ случаѣ необходимости, прокаливалъ ее на паяльномъ столѣ. Избытокъ извести связываетъ выдѣляющуюся при реакціи

$$2\,CH_3CH_2CH_2COOH + CaO = Ca(C_4H_7O_2)_2 + H_2O$$

воду, съ одной стороны, и разрыхляетъ полученный бутиратъ кальція—съ другой. Полученную сухую массу растирали въ порошокъ и перегоняли ее небольшими порціями изъ обмазанныхъ глиной ретортъ съ змѣевичками вмѣсто холодильниковъ. Нагрѣваніе велось коптящимъ пламенемъ, чтобы по возможности избѣжать образованія продуктовъ распада, прибѣгая къ обычному блѣдному пламени только въ концѣ перегонки. При этомъ получается почти безцвѣтный бутиронъ. Собранные погоны обработали крѣпкимъ растворомъ углекислаго калія для удаленія слѣдовъ

масляной кислоты, высушили, оставляя на продолжительное время стоять съ свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ, и фракціонировали [1]). Порція, кипѣвшая при 142°—144° (почти вся масса бутирона) при 748 mm. была взята для дальнѣйшей обработки. Ея физическія постоянныя были таковы [2]):

Вѣсъ бутирона при 24°	1,0483	гр.
„ воды при 4°	1,2910	„
Показатель преломленія для линіи D . . .	1,4085	„
Плотность $\frac{24^0}{4^0}$	0,8120	„
Молекулярная рефракція	34,52	„
„ „ для кетона $C_7H_{14}O$	34,51	„

Въ виду такой чистоты продукта я его не подвергалъ анализу, а прямо употребилъ для возстановленія. При выборѣ условій, наиболѣе подходящихъ для полученія вторичнаго спирта изъ кетона, приходится подбирать ихъ только путемъ опыта. Казалось бы, что работа въ болѣе разбавленной средѣ, напр., въ эѳирной, должна бы давать большій выходъ спирта, а не гликоля, а между тѣмъ это соображеніе, оказавшееся справедливымъ для метилэтилкетона, мало пригодно для диметилкетона, который въ этихъ условіяхъ даетъ много пинакона. Мѣняя нѣсколько разъ условія опыта, я, наконецъ, остановился на пріемѣ, который даетъ приблизительно равныя количества и вторичнаго спирта, и пинакона; въ другихъ условіяхъ получалось какъ будто бы больше пинакона. Съ этой цѣлью я смѣшивалъ бутиронъ (67 гр.) съ двойнымъ объемомъ хорошо отмытаго отъ спирта влажнаго эѳира и бросалъ въ растворъ, не охлаждая его водой, кусочки натрія, всего 46 гр., т.-е. вдвое больше противъ количества, требуемаго уравненіемъ:

$$(C_3H_7)_2CO + 2\,H_2O + 2\,Na = 2\,NaOH + (C_3H_7)_2CH.OH.$$

Сначала реакція идетъ очень энергично, но потомъ приходится постоянно прибавлять воды. Натрій вводили очень медленно, такъ

[1]) Ср. *W. A. Noyes*. Org. Chemistry for the Laboratory, стр. 18.

[2]) По Курцу (*Kurtz*, L. A. 161, 207) бутиронъ кипитъ при 144° и обладаетъ уд. вѣсомъ при 20° 0,8195.

что реакція продолжалась болѣе трехъ дней. По окончаніи реакціи пропускали въ растворъ углекислоту до насыщенія, отдѣлили эѳирный слой, высушили его сплавленнымъ безводнымъ сѣрнокислымъ натріемъ, отогнали эѳиръ и фракціонировали остатокъ. Въ виду громадной разницы температуръ кипѣнія алкоголя и пинакона ихъ легко можно было почти нацѣло отдѣлить другъ отъ друга, употребляя небольшой дефлегматоръ и по временамъ прекращая перегонку, чтобы дать ему остынуть. Фракція 154°—155° представляетъ почти чистый вторичный гептиловый спиртъ—дипропилкарбиноль, котораго получается немного больше половины всего возстановленнаго продукта. При вторичной перегонкѣ онъ почти нацѣло перешелъ при 154°,5 (давленіе было 767 mm.). Анализъ далъ слѣдующіе результаты:

Взято вещества	0,1501 гр.
Получено воды	0,1864 „
„ углекислоты	0,3976 „

	Отсюда въ процент.	Вычислено для $\begin{matrix} C_3H_7 \\ C_3H_7 \end{matrix}\!\!>\!CH.OH$.
Водорода . . .	13,92	13,93
Углерода . . .	72,24	72,32

Молекулярная рефракція и удѣльный вѣсъ опредѣлены изъ слѣдующихъ данныхъ:

Вѣсъ алкоголя при 20°	1,0565 гр.
„ воды при 4°	1,2910 „
Показатель преломленія для линіи D . . .	1,4205 „
Плотность $\frac{20^0}{4^0}$	0,81835 „
Молекулярная рефракція	35,91 „

Молекулярная рефракція для алкоголя $C_7H_{15}OH$ — 35,84.

Данныя Курца [1]) для не особенно чистаго продукта таковы: точка кипѣнія 153°—155° и уд. вѣсъ при 20°—0,82003.

---

[1]) *Kurtz.* L. A. *161,* 205.

Оставшійся послѣ отгонки дипропилкарбиноля, твердый, застывшій въ чешуйчатую кристаллическую массу продуктъ, былъ перекристаллизованъ изъ горячаго лигроина (точка плавленія его 56°,5) и анализированъ.

Взято вещества	0,2106 гр.
Получено воды	0,2482 „
„ углекислоты	0,5629 „

	Отсюда въ процентахъ.	Вычислено для $\begin{matrix}C_3H_7\\C_3H_7\end{matrix}\!\!>C(OH)-C(OH)<\!\!\begin{matrix}C_3H_7\\C_3H_7\end{matrix}$
Водорода . . .	13,08	13,16
Углерода . . .	72,89	72,95

Для перехода отъ полученнаго такимъ образомъ дипропилкарбиноля къ соотвѣтствующему гептилену поступали слѣдующимъ образомъ: 30 гр. дипропилкарбиноля я вливалъ въ колбу съ 35 гр. измельченнаго въ порошокъ іода и туда же присыпалъ небольшими порціями, безъ внѣшняго охлажденія, 4 гр. сухого краснаго фосфора, сильно разбалтывая содержимое колбы. Давши смѣси постоять при обыкновенной температурѣ, я нагрѣвалъ ее сначала $1^1/_2$ часа на водяной банѣ, а затѣмъ съ $^1/_4$ часа прямо на сѣткѣ до начинающагося кипѣнія. При этихъ условіяхъ не замѣчается выдѣленія іодистаго водорода. Если же, какъ это дѣлалось раньше [1]), доводить смѣсь до кипѣнія и поддерживать его болѣе продолжительное время, то замѣчается обильное выдѣленіе іодистаго водорода и образованіе ненасыщеннаго углеродистаго водорода. Доводить дѣло до этого нѣсколько рискованно, такъ какъ при такихъ условіяхъ не исключается возможность изомеризаціи путемъ послѣдовательнаго отщепленія и присоединенія іодистаго водорода:

$$\begin{matrix}CH_3CH_2CH_2\\CH_3CH_2CH_2\end{matrix}\!\!>CHJ = HJ + \begin{matrix}CH_3CH_2-CH\\ \|\\ CH_3CH_2CH_2-CH\end{matrix} =$$

$$= \begin{matrix}CH_3-CH_2\\CH_3CH_2CH_2CH_2\end{matrix}\!\!>CHJ.$$

[1]) Ср. *Friedel.* J. 1869, 514.

Поэтому-то я избѣгалъ и впослѣдствіи какого бы то ни было излишняго нагрѣванія, не подвергая продуктъ перегонкѣ даже въ безвоздушномъ пространствѣ. Горячую еще смѣсь вливали въ холодную воду и перегоняли съ водянымъ паромъ. Если указанныя выше операціи проведены правильно, то перегоняется совершенно безцвѣтный іодюръ, если же нагрѣваніе было слишкомъ сильно, то продуктъ получается слегка розоватый. Обработавъ его нѣсколькими каплями десятипроцентнаго раствора ѣдкаго натра, промывъ водой и высушивъ хлористымъ кальціемъ, я прямо пускалъ его въ реакцію. Интересно отмѣтить, что такой „сырой" продуктъ былъ почти чистъ; по крайней мѣрѣ два образца разныхъ полученій дали почти одинаковыя числа при изслѣдованіи. Приведу эти числа:

Вѣсъ іодюра при темп. опыта . .	1,0800 гр.	1,0808 гр.
„ воды при 4°	0,7944 „	0,7944 „
Показатель преломленія для линіи D	1,4890 „	1,4890 „
Температура опыта	20°	19°
Плотность $\frac{t^0}{4^0}$	1,3595	1,3605
Молекулярная рефракція	47,98	47,94

Хотя эти числа нѣсколько отклоняются отъ вычисленнаго теоретически для $C_7H_{13}J$ (47,37), но одинаковость ихъ побудила меня сдѣлать опредѣленія іода по Каріусу. Іодистое серебро собирали и высушивали въ трубочкахъ съ азбестомъ и стеклянной ватой при 150°.

I. 0,6206 гр. вещества дали 0,6357 гр. іодистаго серебра.
II. 0,4163 „ „ „ 0,4257 „ „ „

	Откуда въ процентахъ. I.	II.	Вычислено для $C_7H_{13}J$.
Іода . . .	55,35	55,25	56,13

Слѣдовательно, нашъ іодюръ содержалъ 98,5% чистаго іодистаго гептила и 1,5% свободнаго углеводорода. Вычисляя удѣльную рефракцію для смѣси такихъ количествъ іодюра (уд. рефрак-

ція = 0,2114) и гептилена (уд. рефракція равна 0,3462), получаемъ $0,985 \times 0,2096 + 0,015 \times 0,3462 = 0,2117$, тогда какъ найденная удѣльная рефракція для моего сыраго іодюра равна 0,2122.

Выходы іодистаго гептила очень хорошіе: изъ 30 гр. дипропилкарбиноля я получалъ въ среднемъ 56 гр. іодюра, тогда какъ возможный теоретическій выходъ его—58,5 гр., т.-е. больше 96%. Для полученія этилпропилэтилена на каждые 50 гр. только что приготовленнаго іодистаго вторичнаго гексила я бралъ 40 гр. чистаго ѣдкаго кали въ порошкѣ, размѣшаннаго съ 96-типроцентнымъ алкоголемъ. Количество это втрое больше противъ требуемаго уравненіемъ: $C_7H_{15}J + KOH = KJ + H_2O + C_7H_{14}$. И здѣсь большое количество ѣдкаго кали должно было помочь провести реакцію при возможно низкой температурѣ. Дѣйствительно, уже при взбалтываніи смѣси на холоду замѣтно разогрѣваніе и выдѣленіе кристалловъ іодистаго калія. Смѣсь нагрѣвали въ теченіе 6 часовъ на водяной банѣ, затѣмъ отогнали углеводородъ и спиртъ на масляной банѣ, выдѣлили углеводородъ изъ спиртового раствора водой, отдѣлили всплывшій слой пипеткой и высушили свѣже приготовленнымъ сплавленнымъ кальціемъ. Изъ каждой порціи іодюра получалось 23—24 грамма гептилена, совершенно не содержащаго галоида. Выходы, слѣдовательно, и здѣсь близки къ теоретическимъ. Высушенный гептиленъ былъ перегнанъ два раза надъ металлическимъ натріемъ. Полученный продуктъ представляетъ легкоподвижную летучую жидкость съ довольно пріятнымъ характернымъ запахомъ. Только что приготовленный продуктъ обладалъ точкой кипѣнія 95°,5 при 746 mm. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной рефракціи нѣсколькихъ образцовъ дало слѣдующіе результаты:

	I	II	III
Вѣсъ гептилена при t . . .	0,5565 гр.	0,9025 гр.	0,9017 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,7944 „	1,2910 „	1,2910 „
Температура опыта	20°	21°	20°,5
Показатель преломленія для линіи D	1,4035 „	1,4030 „	1,4025 „
Плотность $\frac{t^0}{4^0}$	0,7005 „	0,6991 „	0,6985 „
Молекулярная рефракція . .	34,17 „	34,21 „	34,20 „

Вычисленная для непредѣльнаго углеводорода C_7H_{14} съ одной двойной связью . .	—	33,93	—

При анализѣ получены слѣдующія данныя:

	I	II	III
Взято вещества	0,1136 гр.	0,1235 гр.	0,1108 гр.
Получено воды	0,1453 „	0,1615 „	0,1436 „
Получено углекислоты . . .	0,3561 „	0,3877 „	0,3470 „

Отсюда

	Въ процентахъ.			Вычислено для C_7H_{14}.
	I	II	III	
Водорода	14,34	14,51	14,38	14,41
Углерода	85,49	85,62	85,42	85,59

Ненасыщенный характеръ углеродистаго водорода сказывается въ томъ, что онъ очень энергично присоединяетъ бромъ и быстро обезцвѣчиваетъ растворъ марганцево-кислаго калія на холоду. Очень характерна его способность легко окисляться на воздухѣ. Разлитый тонкимъ слоемъ на стекло, онъ испаряется не цѣликомъ, а оставляетъ болѣе тяжелую жидкость съ камфарнымъ запахомъ. Одинъ препаратъ, дважды перегнанный надъ натріемъ, былъ оставленъ случайно въ колбочкѣ, закрытой хорошей бархатной пробкой и стоявшей на холоду. Когда черезъ нѣсколько мѣсяцевъ я пожелалъ имъ воспользоваться, не помню, для какой реакціи, то оказалось, что пробка сильно побѣлѣла отъ окисленія, а углеводородъ измѣнился настолько, что при обработкѣ его металлическимъ натріемъ далъ массу студенистаго осадка, напоминающую по виду алкоголяты, и только ничтожная часть перешла при перегонкѣ въ неизмѣненномъ видѣ. Эти обстоятельства надо имѣть въ виду въ особенности при опредѣленіи физическихъ постоянныхъ.

Нѣкоторое количество этилпропилэтилена было превращено въ соотвѣтствующее дибромопроизводное. Съ этой цѣлью въ небольшія колбочки я помѣщалъ по 4 гр. углеводорода и прибавлялъ изъ бюретки съ краномъ мельчайшими каплями бромъ (въ общемъ 2,2 куб. сант.—теоретическое количество), такъ что капля не достигала углеводорода, а дѣйствовала на него въ видѣ пара. Если

капать прямо въ углеводородъ, то капли реагируютъ съ трескомъ, растворителя же я не желалъ употреблять. Колба сильно охлаждалась въ ледяной водѣ со снѣгомъ. Дѣйствіе брома мгновенное, выдѣленія бромистаго водорода не было замѣтно. Продуктъ реакціи—едва замѣтно желтоватый—промытъ водой и нѣсколькими каплями 10-типроцентнаго раствора ѣдкаго кали до обезцвѣчиванія. Тяжелый мутный слой былъ отдѣленъ и высушенъ сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ. Въ концѣ-концовъ получается подвижная, совершенно безцвѣтная жидкость съ запахомъ рѣзкимъ и въ то же время сладковатымъ, сильно преломляющая свѣтъ. На свѣту бромистый этилпропилэтиленъ разлагается и желтѣетъ. Въ темнотѣ это разложеніе наступаетъ чрезъ сравнительно большой промежутокъ времени. При попыткахъ перегнать этотъ продуктъ при обыкновенномъ давленіи (746 mm.) замѣтно было сильное разложеніе и выдѣленіе бромистаго водорода. Термометръ при этомъ показывалъ около 210°. При перегонкѣ подъ уменьшеннымъ давленіемъ (15 mm.—16 mm.) продуктъ перегонялся безъ всякаго разложенія при 107°. Анализъ и опредѣленіе молекулярной рефракціи показали, что этотъ продуктъ дѣйствительно чистый бромистый этилпропилэтиленъ.

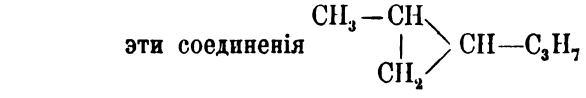
	I	II
Взято вещества въ грам.	0,4579	0,4794
Получено бромистаго серебра . .	0,6608	0,6969

Найдено	Въ процентахъ. I	II	Вычислено для $C_7H_{14}Br_2$.
Брома	61,41	61,75	61,97

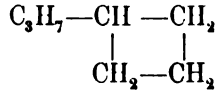
Молекулярная рефракція вычислена по слѣд. даннымъ:

Вѣсъ бромистаго гентилена при 16°,5 . .	1,2115 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,7944 „
Показатель преломленія для линіи D . . .	1,5035 „
Плотность $\frac{16^0,5}{4^0}$	1,5250 „
Молекулярная рефракція	50,05 „
Вычислено для $C_7H_{14}Br_2$.	50,07 „

Всѣ эти свойства полученнаго мной гептилена исключаютъ возможность принятія въ немъ триметиленоваго (метилпропилтриметиленъ) или тетраметиленоваго (пропилтетраметиленъ), такъ оба эти соединенія



и



обладали бы совершенно иной величиной рефракціи (соотв. 32,92 [1]) и 32,22). Строеніе его вытекаетъ изъ самой реакціи образованія. Поэтому надо признать, что полученный Идой Вельтъ [2]) при сухой перегонкѣ пальмитиноваго эѳира „нормальнаго" гептиловаго спирта гептиленъ, съ точкой кипѣнія 95° и температурой кипѣнія дибромида при 15 mm. въ 105° — 107°, не могъ быть нормальнымъ, такъ какъ совершенно такими же свойствами обладаетъ полученный мною углеводородъ, тѣмъ болѣе, что Шорлеммеръ [3]) даетъ для нормальнаго гептилена температуру кипѣнія 98°—99° и удѣльный вѣсъ 0,7026 при 19°,5.

Для замѣщенія одного атома водорода въ группѣ — CH = CH — нашего гептилена ацетильнымъ остаткомъ оказалось возможнымъ провести реакцію такимъ путемъ. Въ 150 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода я растворилъ 24,5 гр. только что отогнаннаго этилпропилэтилена и 20 гр. хлористаго ацетила. Количество взятыхъ въ реакцію веществъ равнялось по отношенію

$$3CH_2COCl : 3C_2H_5CH = CH - C_3H_7 : 2AlCl_3 .$$

Растворъ помѣщался въ объемистой колбѣ, закрытой пробкой съ предохранительной трубкой (съ хлористымъ кальціемъ) большого размѣра. Къ раствору прибавляли небольшими порціями 24 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ, все время охлаждая колбу холодной водой подъ краномъ и сильно ее взбалтывая. Первыя же порціи хлористаго алюминія вызываютъ сильную

[1]) Такой рефракціей (31,93) обладаетъ углеводородъ Соколова, получающійся на ряду съ метилэтилпропилкарбинолемъ при дѣйствіи на этилпропилкетонъ цинкомъ и іодистымъ метиломъ. K_{760} для него 97°,4 и $d\frac{20}{0} = 0,71812$ N. Sokolow. J. pr. Ch. (2) *39*, 435.

[2]) *Ida Welt*. B. B. *30*, 1495.

[3]) *Schorlemmer*. L. A. *136*, 267; *166*, 176.

реакцію: сразу начинается выдѣленіе хлористаго водорода и появляется въ жидкости муть. По мѣрѣ прибавленія хлористаго алюминія муть превращается въ оранжево-желтую жидкость, осѣдающую на дно. При дальнѣйшемъ дѣйствіи выдѣленіе хлористаго водорода настолько усиливается, несмотря на продолжающееся сильное охлажденіе водой, что густая жидкость на днѣ темнѣетъ и всплываетъ вмѣстѣ съ пузырьками хлористаго водорода наверхъ. Когда было введено все количество, на что потребовалось больше $1^1/_2$ часовъ, колбу снабдили обратно поставленнымъ холодильникомъ съ предохранительными трубками и поглотительной колонкой обычнаго устройства, и начали нагрѣвать смѣсь (температура бани была 30^0—50^0) въ теченіи 6 часовъ, при чемъ наблюдалось обильное выдѣленіе хлористаго водорода. Послѣ этого колба постояла въ тепломъ мѣстѣ еще часа два: выдѣленіе хлористаго водорода почти совершенно прекратилось. Тогда я отогналъ на водяной банѣ почти весь сѣрнистый углеродъ (140 гр.) и осторожно, небольшими порціями, вводилъ оставшуюся послѣ отгонки густую темную красно-бурую массу въ водный растворъ 40 гр. соды, охлажденный предварительно до 0^0 и содержащій много льда. Разложеніе идетъ очень гладко, безъ особеннаго шипѣнія или бурнаго выдѣленія хлористаго водорода. Полученный водный растворъ непріятнаго вида, въ которомъ плавали капли зеленовато-желтаго масла, я подвергнулъ повторной перегонкѣ съ водянымъ паромъ, всякій разъ прибавляя немного соды и постепенно уменьшая объемъ собранной жидкости. Послѣ трехъ такихъ перегонокъ въ дѣлительной воронкѣ - пріемникѣ собралось на поверхности воды достаточное количество легкаго, довольно легко подвижнаго, слегка желтоватаго масла. Оно было отдѣлено отъ воднаго слоя, высушено свѣжесплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и взвѣшено. Получено было этого „сырого“ продукта около 23 гр. Этотъ продуктъ былъ тотчасъ же подвергнутъ фракціонированной перегонкѣ подъ обыкновеннымъ давленіемъ, при чемъ отошло немного сѣрнистаго углерода, всего 4 гр. продукта съ температурой кипѣнія 100^0—170^0 и, наконецъ, болѣе 13 гр. желтоватой жидкости, переходящей въ предѣлахъ 170^0—190^0. Это количество равно $40^0/_0$ возможнаго теоретическаго выхода. Признаковъ разложенія и выдѣленія хлористаго водорода не было замѣчено. При обычной пробѣ на семикарбазонъ оказалось, что при непродолжительномъ стоя-

ніи части погона съ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія въ водномъ метиловомъ спиртѣ выпалъ осадокъ семикарбазона, хотя и осталось (выпаденіе было вызвано приливаніемъ холодной воды) непрореагировавшее слегка желтоватое масло. Всю фракцію 170°—190° я растворилъ въ чистомъ метиловомъ алкоголѣ („acetonfrei") и обработалъ ее растворомъ 10 гр. хлористоводороднаго семикарбазида и 10 гр. уксуснокислаго калія въ очень маломъ количествѣ холодной воды. Появившуюся муть отъ выдѣленія кетона уничтожили, прибавляя еще новое количество метиловаго алкоголя. Смѣсь была слегка подогрѣта на водяной банѣ и оставлена на 14 часовъ. Послѣ этого я снова нагрѣлъ растворъ и разбавилъ его водой до появленія остающейся на холоду мути, исчезающей почти при новомъ нагрѣваніи. При этомъ осталось очень малое количество (1—2 капельки) желтоватого масла, плавающаго на поверхности жидкости. Масло это было удалено фильтрованіемъ жидкости чрезъ фильтръ, смоченный разбавленнымъ метиловымъ алкоголемъ; оно представляетъ собой тѣло непредѣльнаго характера, насколько можно было судить по дѣйствію бромной воды и слабаго раствора марганцевокислаго калія на ничтожный остатокъ послѣ извлеченія фильтра эѳиромъ и полнаго удаленія эѳира въ вакуированномъ эксиккаторѣ надъ сѣрной кислотой. Масло содержитъ и немного галоида. Теплый фильтратъ былъ оставленъ при обыкновенной температурѣ, и чрезъ нѣсколько часовъ началось выдѣленіе кристаллическаго семикарбазона. Первые выпавшіе прекрасные кристаллики были осторожно собраны; точка плавленія ихъ была при 151°. Когда выдѣленіе кристалловъ прекратилось, они были отсосаны, промыты, тщательно отжаты на пористой фарфоровой тарелкѣ и перекристаллизованы изъ горячаго сухого бензола. Температура плавленія ихъ была 150°—151°. Анализъ далъ немного больше азота, чѣмъ слѣдовало бы:

0,1091 гр. вещества дали 21,4 куб. сант. влажнаго азота при 21° и 737,5 mm., что отвѣчаетъ 0,023623 гр. азота.

Найдено		Вычислено для $C_7H_{13}C(N.NH.CO.NH_2)CH_3$.
Азота	21,65%	21,35%

Въ виду этого кристаллы были подвергнуты еще разъ перекристаллизаціи изъ кипящаго бензола, и такъ какъ достигнутая точка плавленія (157°) не измѣнилась при перекристаллизаціи небольшой пробы продукта, то его можно было считать вполнѣ чистымъ. Получились снѣжно-бѣлые серебристые чешуйчатые кристаллики, спутанные въ одну сплошную массу. Галоида не было ни малѣйшихъ слѣдовъ. Анализъ показалъ, что это вещество представляетъ чистый семикарбазонъ, отвѣчающій кетону $C_9H_{16}O$.

I	Взято вещества	0,1041 гр.
	Получено воды	0,0933 „
	Получено углекислоты	0,2322 „

II 0,1141 гр. вещества дали 21,6 куб. сант. влажнаго азота при 17° и 746 mm.

Отсюда

	Въ процентахъ.		Вычислено для
	I	II	$\begin{matrix}C_7H_{13}\\CH_3\end{matrix}>C:N.NH.CO.NH_2$.
Водорода . . .	10,05	—	9,72
Углерода . . .	10,05	—	60,82
Азота	—	21,55	21,35

Этотъ опытъ дѣйствія хлористаго ацетила на этилпропилэтиленъ былъ повторенъ еще разъ въ тѣхъ же условіяхъ. Весь процессъ существеннымъ образомъ не отличался отъ только что описаннаго. Только при обработкѣ фракціи 170°—190° (получено было ея 14,5 гр.) выдѣлилось нѣсколько больше масла, не вступающаго въ реакцію съ семикарбазидомъ въ уксуснокисломъ растворѣ. Для полученія продукта 157° пришлось три раза перекристаллизовывать изъ кипящаго бензола продуктъ 150°. Оба кристаллическихъ семикарбазона были подвергнуты обработкѣ отдѣльно (А и В).

Погонъ 100°—170° представлялъ смѣсь различныхъ хлоропроизводныхъ гептана, отчасти съ примѣсью углеродистыхъ водородовъ олефиннаго характера.

Для того чтобы познакомиться съ свойствами главнаго продукта реакціи, перекристаллизованный семикарбазонъ подвергали перегонкѣ съ водянымъ паромъ изъ большого избытка (на 8 гр. се-

микарбазона около 100 куб. сант.) 10-типроцентной сѣрной кислоты. Операція прекращалась, когда въ трубкѣ холодильника прекращалось появленіе маслянистыхъ блестящихъ капель. Полученный перегонъ былъ перегнанъ еще разъ изъ раствора соды. Всплывшій въ дестиллатѣ маслянистый слой былъ отдѣленъ дѣлительной воронкой, высушенъ сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и подвергнутъ фракціонированной перегонкѣ. Перешло почти все (кромѣ обычныхъ начальныхъ и конечныхъ фракцій) при 189°—190° (давленіе было 746 mm.). Оба образца кипѣли при одной температурѣ. Кетонъ представляетъ довольно подвижную легкую жидкость съ пріятнымъ характернымъ запахомъ. Непосредственно послѣ перегонки онъ вполнѣ безцвѣтенъ, но при продолжительномъ стояніи на воздухѣ желтѣетъ. Какъ тѣло ненасыщеннаго характера, онъ быстро реагируетъ съ бромной водой и обезцвѣчиваетъ растворъ марганцевокислаго калія уже на холоду. Привожу результаты анализа обоихъ образцовъ:

	A	B
Взято вещества	0,2150 гр.	0,1751 гр.
Получено воды	0,2175 „	0,1794 „
Получено углекислоты . .	0,6056 „	0,4934 „

Отсюда

	Въ процентахъ. A	Въ процентахъ. B	Вычислено для $C_7H_{13}COCH_3$.
Водорода	11,70	11,74	11,75
Углерода	76,82	76,86	77,05

Опредѣленіе молекулярной рефракціи дало величину, больше подходящую къ ненасыщенному алкоголю съ двумя двойными связями, чѣмъ къ ненасыщенному кетону съ одной двойной связью:

	A	B
Вѣсъ кетона при t въ гр.	0,6840	0,6825
Вѣсъ воды при 4° въ гр.	0,7944	0,7944
Температура опыта	19°	20°
Показатель преломл. для линіи D .	1,4521	1,4518
Плотность $\frac{t^0}{4^0}$	0,86105	0,85914

Молекулярная рефракція	43,87	43,95
Молекулярная рефракція для кето-формы	—	43,32
Молекулярная рефракція для спирто-формы	—	44,25

Замѣчу, что Валлаху [1]) удалось получить изъ β—туйякетокислоты —$C_{10}H_{16}O_3$— кетонъ состава $CH_3COC_7H_{13}$. Для этого получены слѣдующія даты: температура кипѣнія 184° — 186°, $d_{20} = 0,854$; $n^{20}{}_D$—1,44104. Молекулярная рефракція 43,29. Строеніе нашего кетона можетъ быть выражено одной изъ слѣдующихъ формулъ:

$$\begin{array}{l} C_3H_7-C-COCH_3 \\ \quad\quad\;\; \| \\ C_2H_5-CH \end{array} \quad \text{или} \quad \begin{array}{l} C_3H_7-CH \\ \quad\quad\;\; \| \\ C_2H_5-C-COCH_3. \end{array}$$

Дѣйствіе хлористаго ацетила на октиленъ въ присутствіи хлористаго алюминія.

Для полученія кетона $C_8H_{15}COCH_3$ дѣйствіемъ хлористаго ацетила на C_8H_{16} исходнымъ матеріаломъ былъ избранъ обыкновенный (нормальный) каприленъ. Получилъ я его изъ продажнаго каприловаго алкоголя (кальбаумовскаго), приготовляемаго фабричнымъ путемъ сухой перегонкой мыла изъ касторовaго масла съ ѣдкими щелочами. Препаратъ, который былъ въ моемъ распоряженіи, послѣ продолжительнаго высушиванія кусочками сплавленнаго поташа, перегонялся при 179°—181° (при 762,5 mm.). Такъ какъ температура кипѣнія чистаго метил-n-гексилкарбиноля по Р. Шиффу [2]) равна 179°—179°,2 при 762 mm., то я бралъ для реакціи только ту часть, которая кипѣла при давленіи 762 mm. въ предѣлахъ одного градуса 179°—180° [3]), при чемъ почти все вещество перегонялось за исключеніемъ небольшого количества выше кипящаго тѣла. Опредѣленіе удѣльнаго вѣса и молекулярной

[1]) *Wallach*. L. A. *272*, 116.
[2]) *R. Schiff*. L. A. 220, 103.
[3]) 178°—179° при 747 mm.

рефракціи дало числа, подходящія къ чистому метилгексилкарбинолю:

Вѣсъ каприловаго спирта при 19°,5 .	0,6665 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8116 „
Показатель преломленія для линіи D .	1,4255
Плотность $\frac{19^0,5}{4^0}$	0,8210
Молекулярная рефракція	40,54.

Вычисленная молекулярная рефракція для насыщеннаго алкоголя $C_8H_{18}O$ равна 40,45.

Брюль [1]) для удѣльнаго вѣса $d\frac{19}{4}$ даетъ 0,8193. Анализъ показалъ, что полученный перегонъ не содержитъ замѣтныхъ признаковъ другихъ гомологовъ. Для анализа (какъ и для опредѣленія физическихъ постоянныхъ) была взята средняя фракція во время перегонокъ.

Взято вещества	0,1327 гр.
Получено воды	0,1650 „
Получено углекислоты	0,3581 „

Отсюда

	въ процентахъ.	Вычислено для $C_8H_{18}O$.
Водорода . . .	13,80	13,96
Углерода . . .	73,59	73,74.

Изъ перегнаннаго каприловаго спирта готовили каприленъ по способу, предложенному Ярошенкомъ [2]), дѣйствуя на спиртъ трехлористымъ фосфоромъ. Съ этой цѣлью 100 гр. трехлористаго фосфора помѣщали въ колбу съ обратно поставленнымъ холодильникомъ и прибавляли изъ капальной воронки, при охлажденіи ледяной водой, 100 гр. (частица на частицу) каприловаго алкоголя. Каждая капля вызываетъ облачко хлористаго водорода. Когда былъ введенъ весь спиртъ, осторожно повысили температуру бани до кипѣнія воды и нагрѣвали колбу въ теченіе двухъ ча-

---

[1]) *Brühl.* L. A. 203, 28.

[2]) *Ярошенко.* Ж. Р. Ф.-Х. О. *29,* 225.

совъ. Къ концу этого времени выдѣленіе хлористаго водорода прекратилось. Когда начали перегонять продуктъ реакціи на голомъ огнѣ (съ дефлегматоромъ), то снова началось значительное выдѣленіе хлористаго водорода, а въ жидкости появились желто-красныя корки, по всѣмъ признакамъ красный фосфоръ. Перегонъ отъ 120° до 130° собрали отдѣльно, промыли водой, тщательно высушили свѣже сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и перегнали съ дефлегматоромъ вторично. Всего сырого продукта получилось около 57 гр. (66% возможнаго теоретическаго выхода). Собирали при 745,5 mm. въ предѣлахъ 123°—124°, при чемъ побочныя фракціи содержали очень много хлора. Достаточно хлора найдено было и въ части погона (123°—124°), отвѣчающей чистому нормальному октилену. Это сказывалось и на очень большомъ ея удѣльномъ вѣсѣ:

Вѣсъ октилена при 24°	0,9353 гр.
Вѣсъ воды при 4°	1,2910 „
Плотность $\frac{24^0}{4^0}$	0,7255.

Желая получить болѣе чистый продуктъ, я попробовалъ уменьшить количество треххлористаго фосфора наполовину (50 гр. треххлористаго фосфора брать на 100 гр. каприловаго спирта), но за то увеличить продолжительность нагрѣванія и его напряженность, производя кипяченіе не на водяной банѣ, а прямо на азбестовомъ картонѣ. Однако же эта попытка дала отрицательный результатъ: при отгонкѣ оказалось, что фракціи 120°—130°, которая должна бы была содержать искомый октиленъ, почти совсѣмъ не получилось. Въ виду этого весь собранный каприленъ, содержащій хлористый вторичный октилъ, былъ подвергнутъ продолжительному кипяченію съ избыткомъ раствора ѣдкаго кали въ 90-типроцентномъ алкоголѣ: 74 грамма нечистаго октилена подвергали кипяченію съ растворомъ 74 гр. ѣдкаго кали въ 100 гр. абсолютнаго спирта, къ которому прибавили 10 гр. воды. Кипяченіе продолжалось восемь часовъ. Послѣ этого продуктъ реакціи былъ вылитъ въ большое количество холодной воды, легкій слой углеводорода отдѣленъ, хорошо промытъ отъ щелочи и основательно высушенъ большимъ количествомъ сплавленнаго хлористаго кальція. Сдѣлан-

ная проба на содержаніе хлора дала отрицательный результатъ. Продуктъ былъ перегнанъ надъ металлическимъ натріемъ въ колбѣ съ дефлегматоромъ; собрана и взята въ реакцію часть, кипѣвшая при 123°—124°. (Давленіе было 746 mm.). Для анализа и опредѣленія удѣльнаго вѣса взята была средняя часть погона, т.-е. переходящая при 122°,5.

Взято вещества	0,1226 гр.
Получено воды	0,1596 „
Получено углекислоты	0,3839 „

Отсюда

	въ процентахъ.	Вычислено для C_8H_{16}.
Углерода . .	85,40	85,59
Водорода . .	14,59	14,41.

Молекулярная рефракція и удѣльный вѣсъ вычислялись на основаніи слѣдующихъ данныхъ:

Вѣсъ октилена при 25°	0,9306 гр.
Вѣсъ воды при 4°	1,2910 „
Показатель преломленія для линіи D	1,4125
Плотность $\frac{25^0}{4^0}$	0,7208
Молекулярная рефракція . . .	38,61.

Очень чистый каприленъ можно легко и удобно приготовить, нагрѣвая каприловый алкоголь съ щавелевой кислотой: 150 гр. не вполнѣ обезвоженной щавелевой кислоты я обливалъ въ круглодонной колбѣ 150 гр. каприловаго алкоголя. Сначала смѣсь нагрѣвали до кипѣнія на воронкѣ Бабо съ обратнымъ холодильникомъ въ теченіе короткаго времени; затѣмъ очень медленно отогнали изъ той же колбы, собирая перегонъ прямо въ дѣлительную воронку. Легкую жидкость отдѣляли отъ воднаго слоя и еще разъ перегоняли ее очень медленнымъ темпомъ съ 130 гр. обезвоженной щавелевой кислоты. Отдѣлившійся отъ воднаго слоя углеводородъ былъ промытъ нѣсколько разъ водой, высушенъ

продолжительнымъ настаиваніемъ надъ свѣже сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ и отогнанъ надъ натріемъ. Собрано 72 гр. чистаго каприлена въ предѣлахъ 123°—124°, т.-е. около 60% возможнаго теоретическаго выхода, тогда какъ способъ Ярошенка даетъ 66% сырого продукта, содержащаго хлоръ и поэтому подлежащаго дальнѣйшей обработкѣ. Для анализа и здѣсь брали среднюю часть погона, приблизительно при 123°,5.

Взято каприлена	0,1187 гр.
Получено воды	0,1531 „
Получено углекислоты	0,3718 „

Откуда

	въ процентахъ.	Вычислено для C_8H_{16}.
Водорода . .	14,46	14,41
Углерода . .	85,43	85,59.

Молекулярная рефракція и удѣльный вѣсъ вычисляются изъ слѣдующихъ данныхъ:

Вѣсъ октилена при 18°	0,9304 гр.
Вѣсъ воды при 4°	1,2910 „
Показатель преломленія для линіи D	1,4133
Плотность $\frac{18^0}{4^0}$	0,7207
Молекулярная рефракція . . .	38,80.

Теоретическая молекулярная рефракція для ненасыщеннаго углеводорода C_8H_{16} съ одной двойной связью равна 38,53. Ландольтъ и Янъ[1]) даютъ для молекул. рефракціи каприлена 38,69 : $n_D^{16} = 1,4157$ и $d\frac{16^0}{4^0} = 0,72559$. Для вычисленія удѣльнаго вѣса между 12°,5 и 20°,0 они даютъ эмпирическую формулу: $d\frac{t}{4}$ $0,73876 - 0,000823\,t$. Числа, полученныя Брюлемъ[2]) нѣсколько меньше вы-

[1]) *Landolt* und *Jahn*. *Z.* f. phys. Chemie *10*, 302.
[2]) *Brühl*. L. A. *225*, 11.

числяемыхъ по этой формулѣ; напр., для $d\frac{20}{4}$ онъ нашелъ 0,7197, тогда какъ по формулѣ Ландольта выходитъ 0,7223. Молекулярная рефракція (для n_α) у него также нѣсколько больше теоретически вычисленной изъ атомныхъ рефракцій: найдено ($n_\alpha^{20} = 1,41063$) 38,86, вычисленно для C_8H_{16} съ одной двойной связью — 38,40. Дѣло въ томъ, по всей очевидности, что удѣльный вѣсъ и процентный составъ углеводорода C_8H_{16} чрезвычайно мало мѣняется отъ примѣси предѣльнаго углеводорода C_8H_{18}: присутствіе, напр., двухъ процентовъ октана въ октиленѣ понижаетъ удѣльный вѣсъ только на 0,0003, содержаніе углерода на 0,03 %.

Къ числу доказательствъ присутствія въ каприленѣ группы $-CH = CH_2$ надо присоединить наблюденія Сабатье и Сандерана [1]), по которымъ гидрогенизація непредѣльныхъ углеводородовъ въ присутствіи возстановленной или мелко раздробленной *мѣди* возможна только для α-изомѣровъ: каприленъ изъ вторичнаго нормальнаго октиловаго алкоголя даетъ при возстановленіи водородомъ въ этихъ условіяхъ октанъ. Способность его легко полимеризоваться при дѣйствіи сѣрной кислоты [2]) также отчасти можетъ служить подтвержденіемъ принятой для каприлена структуры.

Располагая большимъ количествомъ чистаго каприлена и убѣдившись на предварительныхъ опытахъ съ очень небольшими количествами реагирующихъ веществъ, что реакція замѣщенія одного атома водорода въ гексилэтиленѣ ацетильной группой вполнѣ возможна, я произвелъ рядъ опытовъ для подысканія наиболѣе подходящихъ отношеній реагентовъ, которыя дали бы наилучшіе выходы. Оказалось, что наиболѣе подходящимъ отношеніемъ будетъ: $2CH_3COCl : C_6H_{13}CH = CH_2 : AlCl_3$. Интересно отмѣтить, что не удалось замѣтить образованія диацетильнаго производнаго. Реакцію я велъ слѣдующимъ образомъ: въ колбѣ съ длиннымъ обратно поставленнымъ холодильникомъ и приспособленіями для поглощенія выдѣляющагося хлористаго водорода я растворилъ 24 гр. хлористаго ацетила и 20 гр. каприлена въ 200 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода. Къ хорошо охлажденному раствору я при-

---

[1]) *P. Sabatier* et *I. B. Senderens*. C. R. *134*, 1127.

[2]) *А. И. Россолимо*. Ж. Р. Ф.-Х. О. *26*, 250.

бавлъ очень маленькими порціями 20 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ при сильномъ взбалтываніи. Уже на холоду замѣтна реакція, сказывающаяся значительнымъ выдѣленіемъ хлористаго водорода и постепеннымъ измѣненіемъ цвѣта раствора: жидкость, сначала вполнѣ безцвѣтная, по мѣрѣ прибавленія хлористаго алюминія принимала свѣтло-желтый оттѣнокъ, который послѣдовательно переходилъ въ желтый, оранжевый, желто-красный и, наконецъ, въ темно-красный цвѣтъ. Когда все отвѣшенное количество хлористаго алюминія было пересыпано въ колбу, я начиналъ осторожно нагрѣвать баню, въ которой стояла колба, не доводя до кипѣнія сѣрнистый углеродъ. Обыкновенно уже черезъ $1^1/_2$—2 часа реакція, т.-е. выдѣленіе хлористаго водорода—заканчивалась, хотя въ одномъ случаѣ для доведенія до конца реакціи понадобилось нагрѣвать около 4 часовъ: я приписываю это плохому (случайно) качеству хлористаго алюминія. Затѣмъ сѣрнистый углеродъ былъ нацѣло отогнанъ (температура бани не выше 80°), а оставшаяся на днѣ густая темно-красная жидкость была перенесена небольшими порціями въ воду со льдомъ. Къ полученной грязноватой на видъ жидкости съ плавающими на поверхности маслянистыми каплями прибавили осторожно (чтобы не пѣнилось) очень концентрированнаго раствора 50 гр. соды. Затѣмъ отогнали обычнымъ образомъ съ водянымъ паромъ. Подъ конецъ перегонокъ въ дѣлительной воронкѣ-пріемникѣ собралась темно-желтая довольно густоватая маслянистая жидкость съ кетоннымъ запахомъ. Количества ея (считая на 20 гр. взятаго каприлена) въ различныхъ опытахъ колебались отъ 18 до 23 граммовъ. Повидимому, эти колебанія выхода сырого продукта зависѣли главнымъ отъ количества взятаго каприлена. Съ возрастаніемъ его выходы повышались; въ то же время вліянія концентраціи на выходъ не замѣчалось; при измѣненіи концентраціи въ $1^1/_2$ раза получали приблизительно тотъ же выходъ. Жидкость была высушена кусочками сплавленнаго безводнаго сѣрнокислаго натрія и подвергнута фракціонированной перегонкѣ. Отдѣльно взятая проба показала, что большая часть полученнаго продукта при перегонкѣ подъ обыкновеннымъ давленіемъ переходитъ съ нѣкоторымъ разложеніемъ при 200°—210°. Дѣйствіе бромной воды и слабаго раствора марганцевокислаго калія на холоду показало, что жидкость обладаетъ характеромъ ненасыщеннаго соединенія. Обработка ея кон-

центрированнымъ воднымъ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія въ присутствіи избытка чистаго метиловаго алкоголя указала на кетонный характеръ полученной жидкости: при разбавленіи на другой день раствора холодной водой выпалъ типическій кристаллическій осадокъ семикарбазона. Точка его плавленія была 132°. Кристаллы заключали замѣтные слѣды галоида. Всѣ образцы сырого продукта были слиты вмѣстѣ и подвергнуты фракціонированной перегонкѣ въ безвоздушномъ пространствѣ. При 38—39 mm., постепенно сближая предѣлы между 100° и 130° (примѣнительно къ температурѣ кипѣнія 200°—210°) получили, наконецъ, жидкость съ постоянной точкой кипѣнія 120°—122°. Она была вполнѣ безцвѣтна, не содержала галоида и быстро обезцвѣчивала бромную воду и растворъ марганцевокислаго калія на холоду. Анализъ ея далъ слѣдующіе результаты:

	I.	II.
Взято вещества	0,1307 гр.	0,1138 гр.
Получено воды	0,1357 „	0,1222 „
Получено углекислоты . .	0,3733 „	0,3256 „

Отсюда	въ процентахъ I	II	Вычислено для $C_8H_{15}COCH_3$.
Водорода	11,64	11,92	11,81
Углерода	77,89	78,00	77,83

Опредѣленіе молекулярной рефракціи показало, что полученная жидкость ненасыщенный кетонъ съ одной двойной связью $C_{10}H_{18}O$:

Вѣсъ кетона при 24°	1,1207 гр.
Вѣсъ воды при 4°	1,2910 „
Показатель преломленія для линіи D . . .	1,4513
Плотность $\frac{24^0}{4^0}$	0,8681
Молекулярная рефракція	47,78
Теорія для кетона $C_{10}H_{18}O$	47,92.

Изъ этого чистаго кетона, совершенно не содержащаго хлора, былъ полученъ семикарбазонъ. Къ концентрированному раствору 3 гр.

хлористоводороднаго семикарбазида и 4,5 гр. уксуснокислаго калія въ холодной водѣ прибавили 3 гр. кетона $C_8H_{15}COCH_3$. Къ смѣси прибавили чистаго метиловаго алкоголя (acetonfrei) до полнаго растворенія маслянистаго кетона въ водно-алкогольной жидкости. Смѣсь реагирующихъ веществъ была оставлена при комнатной температурѣ на 24 часа. При разбавленіи раствора холодной водой выпалъ бѣлый кристаллическій осадокъ семикарбазона. Осадокъ былъ отсосанъ на тромпѣ, тщательно отжатъ на пористой фарфоровой тарелкѣ и перекристаллизованъ изъ горячаго воднаго этиловаго спирта съ прибавленіемъ чистаго животнаго угля; растворъ фильтровали горячимъ чрезъ плантамуровскую воронку, разбавляли горячей водой и перекристаллизовывали выпавшіе при охлажденіи раствора кристаллы, послѣ обычныхъ пріемовъ высушиванія, изъ сухого кипящаго бензола до постоянства точки плавленія. Послѣ всѣхъ этихъ манипуляцій получили мелкія бѣлыя кристаллическія иголочки семикарбазона съ точкой плавленія (безъ замѣтнаго разложенія) 149°. Кромѣ метиловаго алкоголя и горячаго бензола полученный семикарбазонъ хорошо кристаллизуется изъ горячаго ацетона, хотя по понятнымъ причинамъ сырой продуктъ кристаллизовать изъ ацетона рискованно.

Анализъ далъ числа, вполнѣ отвѣчающія ожидаемому семикарбазону:

I.	Взято вещества	0,1053 гр.
	Получено воды	0,0994 „
	„ углекислоты	0,2402 „

II. 0,1039 гр. вещества дали 19,1 куб. сант. влажнаго азота при 17° и 746 mm., что отвѣчаетъ 0,020855 гр. азота.

	Отсюда въ процентахъ. I.	II.	Вычислено для $\begin{matrix}C_8H_{15}\\CH_3\end{matrix}\!\!>\!C.N.NHCONH_2$.
Водорода . . .	10,49	—	10,33
Углерода . . .	62,27	—	62,46
Азота	—	20,07	19,93

По аналогіи съ кетонами, полученными изъ углеродистыхъ водородовъ съ группой $—CH = CH_2$, полученному кетону надо при-

писать формулу строенія $C_6H_{13}CH = CH - COCH_3$. По физическимъ свойствамъ къ нему близки кетонъ, полученный Павловымъ [1]), съ температурой кипѣнія 189°—191° и уд. вѣсомъ при 20°—0,8550 или кетонъ Лезе [2]), кипящій при 203°—205°.

Изученіе побочныхъ продуктовъ при реакціи хлористаго ацетила на каприленъ въ присутствіи хлористаго алюминія даетъ возможность констатировать присутствіе соединеній типа $C_nH_{2n+1}X$ и $C_nH_{2n+1}ClCOCH_3$. Собранные до 120° (при 38—39 mm.) погоны при перегонкѣ подъ обыкновеннымъ давленіемъ переходятъ при 170°—180°. Эта фракція содержитъ очень много хлора и очень слабо дѣйствуетъ какъ на бромную воду, такъ и на растворъ марганцевокислаго калія на холоду. Въ виду присутствія въ ней небольшого количества воды, я растворилъ ее въ абсолютномъ эѳирѣ, оставилъ надолго надъ свѣже-сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ, отогналъ эѳиръ и остатокъ перегналъ изъ небольшой колбочки съ дефлегматоромъ. Оказалось при этомъ, что главная масса ея состоитъ изъ жидкости, кипящей при 172°—173° (давленіе было 756 mm.) Подвергнутая такой же переработкѣ фракція, кипящая ниже 200° при давленіи 755 mm., переходила при 171°—172°. Опредѣленіе въ этихъ двухъ пробахъ хлора и молекулярной рефракціи показало мнѣ, что эта часть погона представляетъ почти чистый хлористый октилъ (вторичный, такъ какъ температура кипѣнія нормальнаго первичнаго октила 180°) съ небольшой только примѣсью другого продукта, по всему вѣроятію октилена, такъ какъ незначительное дѣйствіе на бромъ замѣчалось; возстановленіе раствора марганцевокислаго калія на холоду могло быть вызвано окисленіемъ вторичнаго хлористаго октила въ кетонъ. Для нормальнаго хлористаго октила изъ нормальнаго октиловаго алкоголя и хлористоводородной кислоты Перкинъ [3]) даетъ температуру кипѣнія 182°,5—183°,5 и удѣльный вѣсъ 0,87857 при 15°. Вторичный же хлористый октилъ $CH_3 - CHClC_6H_{13}$ — по тому же автору — обладаетъ температурой кипѣнія 171°—173° и удѣльнымъ вѣсомъ 0,86385 при 25°. Такія же даты даетъ и мой продуктъ:

[1]) *Pawlow*. L. A. *188*, 139.
[2]) *Léser*. C. R. *127*, 764.
[3]) *Perkin*. J. pr. Chemie (2). *31*, 425.

	A	B	
Вѣсъ хлорида при t^0 . . .	1,1175 гр.	1,1191 гр.	1,1205 гр.
„ воды при 4^0	1,2910 „	1,2910 „	1,2910 „
Показатель преломленія для линіи D	1,4285	1,4292	1,4305
Температура опыта	22^0	23^0	22^0
Плотность $\frac{t^0}{4^0}$	0,8656	0,86685	0,8679
Молекулярная рефракція. .	44,23	44,22	44,27

Вычисленная изъ атомныхъ рефракцій для $C_8H_{17}Cl$ 43,87. При опредѣленіи хлора по Каріусу получены слѣдующія данныя:

	A	B
Взято вещества	0,3036 гр.	0,4279 гр.
Получено хлористаго серебра	0,2629 „	0,3825 „
Вычислено хлора	0,0650 „	0,09456 „

	A	B	Вычислено для $C_8H_{17}Cl$.
Найдено хлора . .	21,41%	22,10%	23,85%

Слѣдовательно, препаратъ A содержитъ до 90%, а препаратъ B до 93% чистаго хлористаго октила. Способность ненасыщенныхъ кетоновъ присоединять хлористый водородъ должна повлечь за собой при разложеніи сложнаго металлоорганическаго соединенія водой въ отсутствіи соды образованіе кетоновъ типа $C_nH_{2n+1}ClCOCH_3$. Если это дѣйствительно происходитъ, то обрабатывая ту фракцію сырого продукта, которая содержитъ кетонъ, растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида съ уксуснокислымъ каліемъ, мы должны найти въ семикарбазонѣ содержаніе хлора, и по количеству можемъ его судить, сколько именно нашъ продуктъ содержитъ насыщеннаго охлореннаго кетона $C_{10}H_{19}ClO(C_8H_{16}ClCOCH_3)$. Съ другой стороны можно и непосредственно анализировать и высшую фракцію, содержащую хлоръ, и такимъ путемъ опредѣлить ея составъ. Оба эти пріема были приведены въ исполненіе и дали возможность разобраться въ наблюдаемой реакціи.

Для изслѣдованія въ первомъ направленіи была взята фракція кетона, кипѣвшая при 192^0—208^0 (при обыкновенномъ давленіи).

3 гр. этого вещества были разболтаны въ концентрированномъ водномъ растворѣ 2 гр. хлористоводороднаго семикарбазида и 2 гр. уксуснокислаго калія, при чемъ постепенно прибавляли чистаго метиловаго спирта, пока не получилась вполнѣ однородная жидкость. Однородный растворъ вмѣстѣ съ выпавшими кристалликами хлористаго калія оставили стоять на трое сутокъ въ закрытой герметически колбѣ. Послѣ этого растворъ вылили въ холодную воду, растворили хлористый калій, отсосали на тромпѣ выдѣлившійся осадокъ семикарбазона и просушили его тщательнымъ отжиманіемъ на пористой фарфоровой тарелкѣ. Для анализа его высушивали въ эксикаторѣ надъ сѣрной кислотой. Полученный бѣлый кристаллическій продуктъ, состоящій изъ мельчайшихъ иголочекъ, плавился при 132° (послѣ застыванія въ капиллярѣ при 127°—128°, что указывало на нѣкоторое разложеніе при плавленіи). Кристаллы обнаружили ясную реакцію на галоидъ.

Взято вещества	0,3176 гр.
Получено хлористаго серебра .	0,0058 „
Вычислено хлора	0,001434 гр.

Такимъ образомъ оказывается, что въ сыромъ кетонѣ (192°—210°) было всего-на-всего около 0,5% хлора. Если принять во вниманіе, что продуктъ реакціи между семикарбазидомъ въ уксуснокисломъ растворѣ и кетономъ $C_8H_{15}COCH_3$, присоединившимъ молекулу хлористаго водорода, $\begin{matrix} C_8H_{16}Cl \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C:N.NH.CONH_2$ содержитъ 13,27% хлора, то въ нашемъ сыромъ продуктѣ его не можетъ быть болѣе 3—4 процентовъ.

Установивъ такое малое содержаніе хлора въ сыромъ кетонѣ, мы могли бы придти къ заключенію, что охлоренный кетонъ легко подвергается распаденію на хлористый водородъ и ненасыщенный кетонъ. Однако же изслѣдованіе слѣдующей ближайшей фракціи (температура кипѣнія ея 208°—210, и нѣсколько выше, при обыкновенномъ давленіи) показало обратное. Уже грубыя изслѣдованія количества галоида въ этой фракціи показали, что содержаніе хлора въ ней значительно повышено, а количественное опредѣленіе хлора по Каріусу и сожженіе дали слѣдующія числа:

I. Взято вещества . . . . . 0,1179 гр.
Получено воды . . . . . 0,1223 „
„ углекислоты . . . . . 0,3030 „
II. Взято вещества . . . . . 0,4523 „
Получено хлористаго серебра . . . 0,1683 „

	Въ процент. I.	II.	Теорія для $C_8H_{15}COCH_3$.	$C_6H_{16}ClCOCH_3$.	Среднее.
Водорода . . .	11,51	—	11,81	10,07	10,94
Углерода . . .	70,09	—	77,83	62,94	70,39
Хлора	—	9,21	—	18,21	9,10

Приблизительно получаются такія величины (если не считать водорода, въ которомъ отклоненіе очень велико), какъ будто бы эта фракція состоитъ изъ равныхъ частей охлореннаго кетона $C_8H_{16}ClCOCH_3$ и ненасыщеннаго $C_8H_{15}COCH_3$. Интересно отмѣтить, что это хлорпроизводное, аналогичное получавшимся у проф. Кондакова продуктамъ прямого присоединенія хлористаго ацетила къ ненасыщеннымъ углеводородамъ въ присутствіи хлористаго цинка (loco cit.) является довольно устойчивымъ: кипяченіе съ сухой содой, молекулярнымъ серебромъ или съ порошкообразной мѣдью, осажденной изъ мѣднаго купороса цинковой пылью, при обыкновенномъ давленіи или въ разрѣженномъ пространствѣ—безразлично, не скоро приводитъ къ образованію свободнаго отъ хлора продукта. Такимъ образомъ дѣлается понятнымъ, почему фракція 208°—210° (при обыкновенномъ давленіи) могла содержать такое большое количество охлореннаго кетона.

Сопоставляя всѣ эти данныя, можно и въ этомъ случаѣ придти къ заключенію, что охлоренный насыщенный кетонъ является продуктомъ вторичнаго происхожденія: сначала образуется ненасыщенный кетонъ путемъ замѣщенія одного атома водорода въ группѣ $= CH_2$. Когда происходитъ разложеиіе водой соединенія этого тѣла съ хлористымъ алюминіемъ, то выдѣляющійся ненасыщенный кетонъ реагируетъ съ хлористымъ водородомъ. Это присоединеніе хлористаго водорода отчасти можетъ образоваться и при самомъ дѣйствіи реагирующихъ веществъ до разложенія водой. Если принять во вниманіе относительную стойкость высокомолекулярнаго охлореннаго кетона и малое его количество, образую-

щееся при реакціи, то трудно допустить, что онъ могъ образоваться прямымъ присоединеніемъ хлористаго ацетила къ каприлену и, разлагаясь потомъ съ выдѣленіемъ хлористаго водорода, дать начало ненасыщенному кетону—главному продукту реакціи [1]).

Замѣщеніе водорода ацетильной группой въ этиленѣ.

Убѣдившись въ возможности полученія ненасыщенныхъ кетоновъ $C_nH_{2n-1}COCH_3$ непосредственно изъ углеродистыхъ водородовъ ряда C_nH_{2n} при дѣйствіи на нихъ хлористаго ацетила въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія, я, конечно, не могъ не попытаться получить тѣмъ же путемъ кетонъ изъ перваго члена этого ряда—этилены. Матеріаломъ для приготовленія этилена служилъ бромистый этиленъ, который у насъ въ лабораторіи готовили студенты-практиканты по способу Бунте и Эрленмейера [2]). Продуктъ, имѣвшійся въ моемъ распоряженіи, я промывалъ 10-типроцентнымъ растворомъ ѣдкаго натра и нѣсколько разъ водой, затѣмъ тщательно высушивалъ большимъ количествомъ свѣже-сплавленнаго хлористаго кальція и перегонялъ, собирая фракцію, кипящую при 130°—131° (смотря по давленію). Продуктъ, кипѣвшій при 130°,5 (при давленіи 748 mm.) былъ употребленъ въ дѣло. Постоянныя его таковы:

Вѣсъ бромистаго этилена при 22° . .	1,7418 гр.
„ воды при 4°	0,8002 „
Показатель преломленія для линіи D .	1,5376
Плотность $\frac{22^0}{4^0}$	2,1767
Молекулярная рефракція	26,99
Вычисленная молекул. рефракція . .	27,06

---

[1]) Насколько другіе высокомолекулярные кетоны сильно удерживаютъ хлоръ, видно изъ отношенія окиси мезитила къ хлористому водороду: для того, чтобы получить продуктъ, не содержащій хлора, приходится долго и повторно нагрѣвать до кипѣнія сырой, содержащій хлоръ, продуктъ съ сухой водой. При работѣ съ очень большими количествами (фабричнымъ путемъ) полученіе чистой окиси мезитила не представляетъ затрудненій въ виду удобствъ при фракціонировкѣ, и поэтому продажная окись мезитила очень рѣдко содержитъ слѣды хлора.

[2]) *H. Bunte* und *E. Erlenmeyer*. L. A. *168*, 64.

Аншютцъ [1]) даетъ для чистаго бромистаго этилена, точка кипѣнія котораго при 759,5 mm. равна 130°,2, удѣльный вѣсъ при 20°—2,1785.

Для добыванія изъ бромистаго этилена чистаго этилена я пользовался пріемомъ, предложеннымъ А. П. Сабанѣевымъ [2]) въ качествѣ лекціоннаго опыта, увеличивъ только, конечно, количества реагентовъ. Въ объемистую колбу съ колѣнчатой надставкой, въ колѣна которой были вставлены капальная воронка съ оттянутымъ въ капилляръ концомъ и обратно поставленный холодильникъ, помѣщали 80 гр. цинковой пыли, облитой абсолютнымъ спиртомъ настолько, чтобы вся пыль была имъ покрыта. Подогрѣвъ эту смѣсь на водяной банѣ, осторожно прибавляли изъ капальной воронки 140 гр. чистаго бромистаго этилена, предварительно смѣшаннаго съ равнымъ объемомъ абсолютнаго алкоголя. Скоро начинается обильное выдѣленіе этилена и, разъ начавшись, идетъ само собой безъ дальнѣйшаго нагрѣванія на водяной банѣ. Регулируя притокъ раствора бромистаго этилена въ спиртѣ и погружая колбу со смѣсью въ чашку съ холодной водой, когда реакція дѣлается слишкомъ бурной, удается получить правильный и равномѣрный токъ газа. Прибавленіе 1—2 капель воды значительно ускоряетъ реакцію, хотя обыкновенно я предпочиталъ этого не дѣлать. Выдѣляющійся газъ пропускали чрезъ большую промывалку съ холодной разбавленной сѣрной кислотой (1 : 1), чтобы удержать слѣды спирта, и собирали его въ газометръ, раздѣленный на полулитры. Изъ 140 гр. употребленнаго въ реакцію бромистаго этилена получалось при обыкновенныхъ условіяхъ до 14 литровъ этилена—почти 80% возможнаго теоретическаго выхода.

Предварительный опытъ былъ сдѣланъ съ хлористымъ ацетиломъ, этиленомъ и хлористымъ алюминіемъ въ гексанѣ въ качествѣ растворителя. Въ 1 литръ очищеннаго описаннымъ на стр. 45 способомъ гексана внесли 70 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ, охладили смѣсь снѣгомъ и поваренной солью до —10° и въ теченіе нѣсколькихъ часовъ пропускали изъ газометра $^1/_2$ граммомолекулы (12 литровъ) этилена очень медленной струей. Для осушенія газъ проходилъ сначала чрезъ большую U-образ-

---

[1]) *Anschütz.* L. A. *221,* 137.

[2]) *А. П. Сабанѣевъ.* Ж. Р. Ф. Х. О. *9,* 33.

ную трубку съ хлористымъ кальціемъ, а потомъ высокую колонку съ кусками стекла, пересыпаннаго фосфорнымъ ангидридомъ. Въ началѣ опыта поглощеніе было полное; какъ только было замѣчено, что газъ проходитъ чрезъ растворитель, не поглощаясь даже при значительномъ замедленіи темпа пропусканія, начали капать изъ капальной воронки, прилаженной къ колбѣ посредствомъ двуколѣнчатой надставки, хлористымъ ацетиломъ; черезъ нѣкоторое время газъ снова началъ поглощаться растворителемъ. При постоянномъ взбалтываніи всей смѣси въ колбу ввели 40 гр. хлористаго ацетила, такъ что количества реагирующихъ веществъ были въ отношеніи $CH_3COCl : C_2H_4 : AlCl_3$. Послѣ этого безъ всякаго нагрѣванія оставили смѣсь при обыкновенной температурѣ, постоянно ее взбалтывая. Когда прекратилось выдѣленіе хлористаго водорода, растворитель былъ слитъ прочь, а оставшаяся на днѣ колбы густая черно-бурая масса была постепенно внесена въ водный растворъ соды, въ которомъ плавали кусочки льда. Послѣ отгонки съ водянымъ паромъ, повторенной нѣсколько разъ, получили очень ничтожное количество желтоватаго продукта, перегоняющагося при 750 mm. въ предѣлахъ 80^0—110^0. Запахъ этого соединенія напоминалъ запахъ аллиловаго алкоголя, но былъ значительно острѣе. При дѣйствіи на эту жидкость концентрированнаго воднаго раствора хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія получился осадокъ въ видѣ бѣлыхъ крупинокъ, содержащихъ азотъ и плавящихся съ разложеніемъ около 140^0. Надо замѣтить, что этотъ „предварительный“ опытъ былъ далеко не первымъ: до него я произвелъ цѣлый рядъ опытовъ съ этиленомъ, но всѣ они не дали и намека на что-либо похожее на ожидаемый кетонъ. Въ числѣ другихъ неудачныхъ попытокъ въ этомъ направленіи былъ сдѣланъ опытъ надъ дѣйствіемъ галоидангидридовъ уксусной кислоты на образовавшійся уже углеводородобромистый алюминій, при чемъ въ виду того обстоятельства, что Г. Г. Густавсонъ не обнаружилъ присутствія кетона при разложеніи водой продукта прямого дѣйствія бромистаго ацетила на углеводородобромистый алюминій, я рѣшилъ, чтобы избѣжать возможнаго нагрѣванія и связаннаго съ нимъ уплотненія продукта, провести эту реакцію въ сѣрнистоуглеродномъ растворѣ. Операція велась такимъ образомъ: 40 гр. бромистаго алюминія я растворилъ въ 150 куб. сант. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода и пропу-

стилъ въ хорошо охлажденный снѣгомъ растворъ $^1/_6$ граммомолекулы этилена, смѣшивающагося предварительно въ Вульфовой трехгорлой банкѣ со струей сухого бромистаго водорода; газъ этотъ я получалъ, капая сухимъ бромомъ на сухой антраценъ, къ которому были примѣшаны алюминіевыя стружки въ очень небольшомъ количествѣ; полученный бромистый водородъ очищался отъ паровъ брома, проходя чрезъ трубку съ антраценомъ и стружками алюминія. Тщательно высушенная обычнымъ порядкомъ смѣсь скоро дала въ растворѣ муть и, наконецъ, вызвала появленіе тяжелой оранжевой жидкости. По окончаніи реакціи я сталъ вводить въ жидкость 20 гр. бромистаго ацетила, каждая капля котораго выдѣляла массу бромистаго водорода. Доведя эту реакцію до конца, я удалилъ сѣрнистый углеродъ и разложилъ тяжелую оранжевую жидкость въ приборчикѣ для разложенія содовымъ растворомъ со льдомъ. Послѣ повторной перегонки съ водянымъ паромъ я получилъ въ остаткѣ легкое желтое масло. Высушивъ его свѣже сплавленнымъ хлористымъ кальціемъ, я подвергалъ его перегонкѣ. Въ результатѣ оказалось, что мы имѣемъ дѣло несомнѣнно со смѣсью углеродистыхъ водородовъ (температура кипѣнія ихъ была 160°—310°), энергично реагирующей съ бромной водой и довольно быстро обезцвѣчивающей растворъ марганцевокислаго калія на холоду. Аналогичныя явленія были замѣчены и въ томъ случаѣ, когда бромистыя соединенія были замѣнены хлористыми; пропуская смѣсь этилена и хлористаго водорода въ сѣрнистый углеродъ, въ которомъ былъ разболтанъ хлористый алюминій, мы могли получить очень ничтожныя количества металлоорганическаго соединенія, которое при разложеніи водой и послѣдующей обычной обработкѣ могло дать только маслообразный продуктъ, который обладалъ нейтральныхъ характеромъ и по своимъ реакціямъ съ бромной водой и однопроцентнымъ растворомъ марганцевокислаго калія оказался совершенно сходнымъ съ жидкостью, полученной при только что описанной реакціи. Получалось его при работѣ съ $^1/_6$ граммомолекулы этилена чрезвычайно мало. Поэтому-то эти нѣсколько капель жидкости, реагирующей съ семикарбазидомъ въ уксуснокисломъ растворѣ, дали мнѣ увѣренность въ возможности полученія синтетически ненасыщеннаго кетона $CH_2 = CH . COCH_3$. Надо было только выработать пріемъ, который далъ бы сколько-нибудь замѣтныя количества искомаго продукта. Съ цѣлью былъ

поставленъ новый рядъ опытовъ, и въ концѣ-концевъ послѣ цѣлаго ряда неудачъ, я остановился на двухъ пріемахъ, которые безошибочно приводили къ образованію кетона. Работу я велъ съ хлористымъ ацетиломъ въ присутствіи хлористаго алюминія (А) и съ бромистымъ — въ присутствіи бромистаго алюминія. (В) Отношенія, въ которыхъ я бралъ количества реагирующихъ веществъ, отвѣчали пропорціи $3CH_3COCl : 3C_2H_4 : 4AlCl_3$.

Количество растворителя мѣняли съ цѣлью выяснить вліяніе концентраціи на ходъ реакціи. Повидимому, однако же въ этомъ случаѣ большее или меньшее разбавленіе не играетъ существенной роли, такъ какъ и хлористый алюминій, и продукты присоединенія его къ веществамъ, входящимъ въ раакціи, очень мало растворимы въ употребленномъ растворителѣ—гексанѣ. Я опишу подробно одинъ изъ такихъ опытовъ, чтобы дать представленіе о самомъ ходѣ работы: въ толстостѣнную склянку съ широкимъ горломъ ввели 500 куб. сант. чистаго [1]) и сухого гексана. Въ пробку, закрывающую горло склянки, были пропущены: капальная воронка съ оттянутымъ въ капилляръ концомъ, закрытая предохранительной трубкой съ хлористымъ кальціемъ, трубочка, чрезъ которую проходилъ стержень отъ крыльчатой большой мѣшалки, приводимой въ дѣйствіе водяной турбиной Раабе, газопроводная трубка, идущая до дна склянки, и, наконецъ, трубочка съ хлористымъ кальціемъ для отвода хлористаго водорода. Для того чтобы влага изъ воздуха по возможности не попадала въ склянку съ реагирующими веществами, трубочка, чрезъ которую проходилъ стержень мѣшалки, была взята отъ прибора Бекмана для опредѣленія молекулярнаго вѣса въ растворахъ гигроскопическихъ веществъ [2]). Чрезъ боковую трубочку u-образной шариковой трубочки этого прибора, наполненной концентрированной сѣрной кислотой, пропускали не слишкомъ быстрымъ темпомъ сухую углекислоту изъ аппарата Киппа. Весь приборъ помѣщали въ холодильную смѣсь изъ снѣга съ поваренной солью. Температура была -12^0— -10^0. Къ гексану прибавили 60 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ, пустили въ ходъ мѣшалку и начали пропускать этиленъ изъ газометра, проводя его по обыкновенію

[1]) Свободнаго отъ циклическихъ и непредѣльныхъ углеводородовъ.

[2]) *E. Beckmann.* Z. f. phys. Chemie, *7*, 324.

чрезъ хлористый кальцій и фосфорный ангидридъ. Сначала пропустили 3 литра этилена, при чемъ поглощеніе его было полное, даже въ томъ случаѣ, когда токъ этилена нѣсколько усиливался. Затѣмъ, уменьшивъ нѣсколько скорость тока этилена, начали по каплямъ прибавлять къ разбалтываемой все время жидкости 28 гр. хлористаго ацетила. При этомъ чрезъ нѣкоторое время снова началось полное поглощеніе этилена. Вся операція продолжалась около 6 часовъ. Затѣмъ взбалтываніе было прекращено, мѣшалка вмѣстѣ съ пробкой вынута, склянка закрыта пробкой съ небольшой предохранительной трубочкой и оставлена на 15 часовъ въ холодильной смѣси. Когда она была вынута и приняла комнатную температуру, видно было, какъ со дна выдѣляются пузырьки хлористаго водорода, поднимая и вспучивая лежащую на днѣ тяжелую массу. При этомъ масса на днѣ, первоначально твердая, мало-по-малу расплылась и обратилась въ бурую, полужидкую. Разложеніе ускорили, снова пустивъ въ ходъ мѣшалку. Понадобилось около 10 часовъ, пока прекратилось замѣтное выдѣленіе хлористаго водорода. Послѣ этого гексанъ былъ слитъ, и оставшуюся полужидкую массу начали осторожно вносить фарфоровой лопаточкой въ водный растворъ соды, въ которомъ плавали кусочки льда. При этомъ все время подбавляли соды, чтобы растворъ всегда оставался щелочнымъ. Полученный грязно-бурый растворъ съ плавающими на поверхности зеленоватыми каплями подвергали многократной перегонкѣ съ водянымъ паромъ, постепенно уменьшая количество отогнанной воды. Перегонка велась все время изъ щелочного садового раствора. Въ результатѣ получилось около 5 гр. желтовато-зеленой жидкости съ пронзительнымъ запахомъ, гораздо болѣе ѣдкимъ, чѣмъ запахъ аллиловаго спирта. Кромѣ этого количества, удалось получить еще немного жидкости высаливаніемъ послѣдняго воднаго погона сѣрнокислымъ аммоніемъ. Какъ высоленная изъ воды, такъ и полученная при перегонкѣ непосредственно жидкость быстро обезцвѣчиваетъ бромную воду и водный растворъ марганцевокислаго калія. Жидкость съ ѣдкимъ запахомъ, выдѣленная изъ воднаго раствора высаливаніемъ, дала при взбалтываніи съ концентрированнымъ воднымъ растворомъ хлористоводороднаго семиркабазида и уксуснокислаго калія кристаллическій семикарбазонъ съ точкой плавленія 138°—139°. Желтоватая маслянистая жидкость, собранная въ дѣлительной во-

ронкѣ-пріемникѣ, тоже дала семикарбазонъ, который началъ плавиться около 138°; однако же этотъ семикарбазонъ оказался содержащимъ много остатка, который окончательно перешелъ въ жидкое состояніе только при 165°. И тотъ и другой семикарбазонъ плавились съ разложеніемъ. Семикарбазонъ изъ воднаго раствора (точка плавленія 138° — 139°) отсосали на тромпѣ, отмыли холодной водой и насухо отжали на пористой фарфоровой тарелкѣ. Послѣ перекристаллизаціи изъ воднаго метиловаго алкоголя (точка плавленія не измѣнилась) продуктъ былъ подвергнутъ анализу и далъ число подходящее (очень приблизительно) къ формулѣ $C_5H_9N_3O$:

0,1015 гр. вещества дали 29,4 куб. сант. влажнаго азота при 24° и 755 mm., что отвѣчаетъ 0,3275 гр. азота.

Найдено		Вычислено для $CH_2=\begin{matrix}CH\\CH_3\end{matrix}>C:N.NH.CO.NH_2$.
Азота	32,26%	33,07%

Полученная желтовато-зеленая жидкость ѣдкаго запаха была тщательно высушена сплавленнымъ безводнымъ сѣрнокислымъ натріемъ и подвергнута фракціонированной перегонкѣ изъ шариковой колбы съ маленькимъ дефлегматоромъ. Собрано очень маленькое количество жидкости, кипящей при 756 mm. ниже 100°. Остальная жидкость не представляла чего-либо однороднаго, такъ какъ термометръ все время повышался, и о какой-либо опредѣленной температурѣ кипѣнія не могло быть и рѣчи. Если судить по реакціи съ семикарбазидомъ въ уксуснокисломъ растворѣ, это тѣло тоже обладаетъ кетоннымъ характеромъ; 5 гр. вещества были обработаны холоднымъ профильтрованнымъ растворомъ 10 гр. хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія въ водѣ. При энергичномъ взбалтываніи всплыло небольшое количество кристалловъ, пропитанныхъ масломъ. Масло это плохо растворялось въ водномъ алкоголѣ. Кристаллы, не пропитанные масломъ, осѣли на дно. Всѣ кристаллы были осторожно извлечены и отжаты платиновой лопаточкой на пористой фарфоровой тарелкѣ отъ пропитывающаго ихъ маслянистаго углеводорода. Точка плавленія ихъ была 141°, при чемъ разложеніе наступало гораздо раньше. При

попыткѣ перекристаллизовать ихъ оказалось, что, употребляя въ качествѣ растворителя водный метиловый алкоголь, можно разбить осадокъ семикарбазона на цѣлый рядъ фракцій—всѣ въ ничтожномъ количествѣ — съ самыми разнообразными точками плавленія вплоть до 200°.

Перегонъ ниже 100° былъ тщательно разболтанъ съ водой; выдѣлившійся легкій слой— не кетоннаго характера—былъ отдѣленъ, а изъ воднаго раствора была выдѣлена прибавленіемъ избытка сѣрнокислаго алюминія легкая, прозрачная, почти безцвѣтная жидкость ѣдкаго аллиловаго запаха. Ее соединили съ кетономъ, выдѣлившимся при высаливаніи сѣрнокислымъ аммоніемъ послѣдняго собраннаго воднаго погона, полученнаго при повторной перегонкѣ съ водянымъ паромъ всей массы продукта реакціи.

В. Во всѣхъ опытахъ, поставленныхъ для полученія кетона $CH_2 = CH - CO - CH_3$ изъ этилена и бромистаго ацетила въ присутствіи бромистаго алюминія, употребляли въ качествѣ растворителя сухой и чистый сѣрнистый углеродъ. Количества реагирующихъ веществъ брали въ отношеніи $3CH_3COBr : 3CH_2 = CH_2 : 4AlBr_3$. Самые опыты располагали слѣдующимъ образомъ: въ колбу съ капальной воронкой, газопроводной трубкой, доходящей до дна колбы, и отводящей трубкой, къ которой присоединенъ былъ небольшой открытый манометръ съ параффиновымъ масломъ, вливали литръ (болѣе 1250 гр.) сухого и чистаго сѣрнистаго углерода. Жидкость охладили снѣгомъ и поваренной солью до —8° и пропускали въ нее изъ газометра 12 литровъ этилена (половина граммомолекулы), высушеннаго хлористымъ кальціемъ и фосфорнымъ ангидридомъ. Поглощеніе было почти полное, хотя при болѣе быстромъ токѣ этилена изъ газоводной трубки выдѣляется газъ, вспыхивающій при зажиганіи блѣднымъ пламенемъ и оставляющій налетъ сѣры: безъ сомнѣнія, это—воздухъ съ парами сѣрнистаго углерода, что указываетъ на недостаточно полное поглощеніе этилена. Когда въ сѣрнистый углеродъ былъ введенъ бромистый алюминій въ порошкѣ (180 гр.), то дѣло не измѣнилось, и только тогда, когда начали капать изъ воронки бромистымъ ацетиломъ (всего 64 гр.), только тогда было замѣтно (по манометру даже) полное поглощеніе. Когда было пропущено около $3^1/_2$ литровъ этилена, пришлось немного повысить температуру раствора, такъ какъ на стѣнкахъ колбы начали осаждаться изъ сильно охлажден-

наго раствора кристаллы. Въ теченіе всего опыта приходилось нѣсколько разъ вынимать колбу изъ холодильной смѣси и держать ее при комнатной температурѣ, чтобы дать расплавиться твердой красно-бурой массѣ, образующейся на днѣ колбы. Отмѣчу при этомъ, что углеводородобромистый алюминій Г. Г. Густавсона, получающійся при дѣйствіи бромистаго алюминія на этиленъ въ присутствіи бромистаго водорода, не застываетъ даже при—15° [1]); у меня же во время опыта температура не понижалась ниже 10° ниже нуля. Послѣ насыщенія этиленомъ растворъ подвергался слабому (30°—40°) нагрѣванію съ обратно поставленнымъ холодильникомъ, при чемъ сначала выдѣлялся описанный выше „карбурированный" сѣрнистымъ углеродомъ воздухъ, а затѣмъ масса бромистаго водорода. Когда выдѣленіе бромистаго водорода прекратилось, сѣрнистый углеродъ отдѣлили дѣлительной воронкой и осторожно разложили красно-бурую тяжелую массу—продуктъ реакціи—растворомъ 150 гр. соды въ 1500 гр. воды, въ которой плавали куски льда. Сѣрнистый углеродъ былъ перегнанъ на водяной банѣ (50°—55°), остатокъ разложили содовымъ растворомъ и льдомъ и присоединили продуктъ разложенія къ главной массѣ. Послѣ этого приступили къ обычной повторной перегонкѣ съ водянымъ паромъ изъ щелочнаго садоваго раствора. Въ результатѣ работы получили немного желтаго масла и мутный водный растворъ, изъ котораго удалось выдѣлить, прибавляя избытокъ сѣрнокислаго аммонія, еще небольшое количество легкой желтоватой жидкости съ острымъ и ѣдкимъ запахомъ. Сдѣлана была проба съ концентрированнымъ воднымъ растворомъ хлористоводороднаго семикарбазида и уксуснокислаго калія, при чемъ этого послѣдняго пришлось брать въ $1^1/_2$—2 раза больше теоретическаго количества, такъ какъ иначе образовавшіеся кристаллы семикарбазона опять переходятъ въ растворъ: при взбалтываніи и охлажденіи льдомъ получается кристаллическій осадокъ. Этотъ осадокъ отсосали на тромпѣ, промыли ледяной водой, отжали на фарфоровой пористой тарелкѣ, высушили и промыли отъ слѣдовъ масла бензоломъ. Точка плавленія его была 140° — 141°. Анализъ его далъ цифры, замѣтно отличающіяся отъ теоретическихъ:

---

[1]) *Г. Г. Густавсонъ*. Органич. соединенія, стр. 46.

I. 0,0919 гр. вещества дали 25,4 куб. сант. влажнаго азота при 23° и 748 mm., что отвѣчаетъ 0,028163 гр. азота.

II. 0,1057 гр. вещества дали 30,1 куб. сант. влажнаго азота при 26° и 745 mm., что отвѣчаетъ 0,03272 гр. азота.

Найдено	I	II	Вычислено для $\begin{matrix} CH_2{=}CH \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>\!C:N.NH.CONH_2$
Азота . .	30,64%	30,95%	33,07%.

При изслѣдованіи оказалось, что полученный мною семикарбазонъ содержитъ очень замѣтные слѣды брома; если принять во вниманіе, что семикарбазонъ изъ насыщеннаго обромленнаго кетона $C_2H_4BrCOCH_3$ содержитъ всего 20,23% азота, то окажется, что примѣсь этого послѣдняго вещества къ такому же производному ненасыщеннаго кетона $C_2H_3COCH_3$ въ количествѣ 17% дастъ наблюденное нами пониженное содержаніе азота.

Опыты съ хлористымъ ацетиломъ (A) и съ бромистымъ ацетиломъ (B) были повторены нѣсколько разъ, и хотя даже при благополучно протекшемъ опытѣ количество получаемаго кетона сводится къ немногимъ каплямъ, все-таки въ концѣ-концовъ удалось собрать такое количество кетона, что его можно было попытаться и фракціонировать. Выдѣленный сѣрнокислымъ аммоніемъ изъ воднаго раствора кетонъ тщательно высушили сплавленными кусочками прокаленнаго сѣрнокислаго натрія и перегнали съ маленькимъ дефлегматоромъ. При 756 mm. главная его часть перешла при 78°—80°. Получилась безцвѣтная жидкость, довольно хорошо растворимая въ водѣ, обладающая запахомъ аллиловыхъ производныхъ, только остраго оттѣнка. Жидкость эта очень энергично обезцвѣчивала бромистую воду и нейтральный растворъ марганцевокислаго калія на холоду.

Анализъ ея далъ слѣдующіе результаты:

Взято вещества	0,1685 гр.
Получено воды	0,1361 „
Получено углекислоты	0,3895 „

Отсюда

	въ процентахъ.	Вычислено для $CH_2=CH$ / CH_3 > CO.
Углерода	63,04	68,57
Водорода	8,97	8,57.

При изслѣдованіи оказалось, что нашъ кетонъ содержитъ примѣсь брома: въ тѣлѣ $C_4H_7BrO—CH_2Br—CH_2$

$$\begin{array}{c} \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad | \\ CH_3—CO,— \end{array}$$

заключается всего 31,78% углерода и 4,68% водорода, такъ что на основаніи этого анализа и содержанія углерода и водорода въ тѣлѣ C_4H_7BrO можно заключить, что продуктъ 78°—80° состоитъ изъ 85 (приблизительно) % ненасыщеннаго кетона и 15% насыщеннаго обромленнаго кетона.

Чтобы избавиться отъ примѣси къ кетону C_4H_6O продукта присоединенія къ нему бромистаго водорода, продуктъ, кипѣвшій при 78°—80°, подвергли продолжительному кипяченію съ сухой содой до уничтоженія реакціи на галоидъ, затѣмъ собрали его пипеткой, высушили кусочкомъ сплавленнаго обезвоженнаго сѣрнистаго натрія и перегнали еще разъ, собирая только то, что кипѣло (при 755 mm.) при 79°—80°. Анализъ этого продукта далъ, наконецъ, тѣла, довольно близко подходящія къ составу кетона $CH_2=CH—CO—CH_3$:

	I	II
Взято вещества	0,1421 гр.	0,1003 гр.
Получено воды	0,1065 „	0,0726 „
Получено углекислоты	0,3555 „	0,2502 „

Отсюда

	въ процентахъ I	въ процентахъ II	Вычислено для $CH_2=CH—CO—CH_3$.
Водорода . .	8,40	8,12	8,57
Углерода . .	68,23	68,03	68,57.

Хотя и нельзя было ручаться за особенную чистоту кетона, все же интересно было опредѣлить его молекулярную рефракцію; вычислена она по слѣдующимъ даннымъ:

Вѣсъ кетона при 20°	0,6910 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,8002 „

Показатель преломленія для линіи D . . .	1,4086
Плотность $\frac{20^0}{4^0}$	0,8636
Молекулярная рефракція	20,02
Теорет. число для кетона C_4H_6O съ одной двойной связью	20,30.

Полученный изъ кетона семикарбазонъ плавился при 140°—141°. Изъ описанія этихъ опытовъ, предпринятыхъ съ цѣлью замѣстить одинъ атомъ водорода въ этиленѣ на ацетильный остатокъ, можно вывести во всякомъ случаѣ заключеніе, что при извѣстныхъ условіяхъ удается ввести въ реакцію съ этиленомъ хлористый и бромистый ацетилъ. Однако же выходы являются крайне ничтожными, и полученіе сколько-нибудь замѣтнаго количества искомаго продукта связаны съ громадными затрудненіями. Не говоря уже о малой растворимости этилена какъ въ сѣрнистомъ углеродѣ, такъ и въ гексанѣ, въ этомъ случаѣ приходится считаться, повидимому, со всѣми побочными реакціями, которыя могутъ имѣть мѣсто при взаимодѣйствіи углеводородовъ ряда этилена съ галоидангидридами кислотъ въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія. Кромѣ того и самыя свойства кетона $CH_2 = CH—CO—CH_3$ дѣлаютъ очень труднымъ отдѣленіе его отъ сѣрнистаго углерода или гексана съ одной стороны, и заставляютъ прибѣгать къ высаливанію — съ другой. Хотя я не имѣю права утверждать, что мною выдѣленъ кетонъ $CH_2 = CH—CO—CH_3$ вполнѣ чистый (ужъ очень мало его получается), тѣмъ не менѣе изслѣдованіе его свойствъ и свойствъ побочныхъ продуктовъ заставляетъ признать, что полученный продуктъ есть дѣйствительно кетонъ, и кетонъ ненасыщенный. Условія же его образованія—въ особенности при реакціи съ хлористыми ацетиломъ и алюминіемъ—заставляютъ считать его первымъ продуктомъ реакціи, претерпѣвающимъ затѣмъ цѣлый рядъ измѣненій.

Сопоставляя всѣ наблюдавшіеся факты, мы должны признать, что реакція между ненасыщенными углеродистыми водородами типа C_nH_{2n} и галоидангидридами уксусной кислоты въ присутствіи галоидныхъ соединеній алюминія протекаетъ такимъ образомъ, что въ результатѣ ея появляются ненасыщенные кетоны $C_nH_{2n-1}COCH_3$: пропиленъ, бутиленъ, амиленъ, гексиленъ, гептиленъ, октиленъ

и даже этиленъ давали при подходящихъ условіяхъ соотвѣтствующіе кетоны, по схемамъ:

1. $CH_3.CH = CH_2 + CH_3COX = HX + CH_3.CH : CH.COCH_3$.
2. $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C : CH_2 + CH_3COX = HX + \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C : CH.COCH_3$.
3. $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C : CH.CH_3 + CH_3COX = HX + \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\!\!>C : C<\begin{matrix} CH_3 \\ COCH_3 \end{matrix}$.
4. $CH_3CH_2CH_2CH : CH.CH_3 + CH_3COX = HX +$
$+ CH_3CH_2CH_2CH : C<\begin{matrix} CH_3 \\ COCH_3 \end{matrix}$ или $HCl + CH_3CH_2CH_2.\underset{\underset{CH.CH_3}{\|}}{C}—COCH_3$.
5. $CH_3CH_2CH_2CH : CH.CH_2CH_3 + CH_3COX = HX +$
$+ CH_3CH_2CH_2\underset{\underset{CH.CH_2CH_3}{\|}}{C}—COCH_3$ или $HX + CH_3CH_2CH_2.\underset{\underset{CH_3CH_2.C.COCH_3}{\|}}{CH}$.
6. $CH_3(CH_2)_5CH : CH_2 + CH_3COX = HX +$
$+ CH_3(CH_2)_5CH : CH.COCH_3$.
7. $CH_2 : CH_2 + CH_3COX = HX + CH_2 : CH.COCH_3$.

Поэтому наблюдаемое взаимодѣйствіе можно было бы поставить на ряду съ реакціей Фриделя-Крафтса, такъ широко распространенной среди гомологовъ бензола, полиметиленовыхъ углеродистыхъ водородовъ, тіофена и т. д. Однако же если съ другой стороны обратить вниманіе на выходы конечнаго продукта, то сразу можно замѣнить колебаніе въ очень широкихъ размѣрахъ: въ видѣ крайнихъ предѣловъ можно указать на кетонъ $CH_2 = CH—CO—CH_3$, котораго получаются только слѣды, такъ что требуется введеніе въ реакцію этилена изъ нѣсколькихъ килограммовъ бромистаго этилена, чтобы получить замѣтное количество (одну или двѣ капли) кетона,—и на кетоны изъ гексилена и октилена, количество которыхъ достигнетъ 30, а иногда и нѣсколько больше, процентовъ теоретическаго выхода. Дѣло здѣсь состоитъ въ томъ, конечно, что во время хода реакціи не только превращенія и взаимодѣйствія вводимыхъ реагентовъ идутъ по всевозможнымъ направленіямъ, но еще являются возможными и взаимодѣйствія между вновь образующими веществами и первоначально взятыми. Дѣйствительно, допустимъ, что въ растворѣ сѣрнистаго углерода или „гексана“ встрѣчаются ненасыщенный углеродистый водородъ, галоидангри-

дридъ уксусной кислоты и галоидное соединеніе алюминія; тогда прежде всего можно ожидать взаимодѣйствія галоиднаго соединенія алюминія съ растворителемъ. Затѣмъ, положимъ, пусть произойдетъ такъ называемая главная реакція, въ результатѣ которой получится ненасыщенный кетонъ и галоидоводородъ. Этотъ галоидоводородъ можетъ реагировать и съ ненасыщеннымъ кетономъ $C_nH_{2n-1}COCH_3$, давая $C_nH_{2n}XCOCH_3$ и съ непредѣльнымъ углеродистымъ водородомъ, образуя галоидозамѣщенный предѣльный углеводородъ типа $C_nH_{2n+1}X$. Кромѣ того, можетъ идти самостоятельно реакція галоидангидрида уксусной кислоты съ галоиднымъ соединеніемъ алюминія, послѣ чего получится сложное металлоорганическое соединеніе, которое при послѣдующемъ разложеніи водой даетъ ацетилацетонъ. Въ то же время и самъ углеродистый водородъ C_nH_{2n}, находясь подъ дѣйствіемъ галоидныхъ солей алюминія, можетъ претерпѣть цѣлый рядъ болѣе или менѣе сложныхъ превращеній, послѣ которыхъ получаются полимеризованные олефины. Разъ только образовались соединенія типа $C_nH_{2n+1}X$, то, если растворитель сѣрнистый углеродъ, могутъ получиться съ нимъ съ галоиднымъ соединеніемъ алюминія новыя болѣе сложныя комплексныя соединенія. Наконецъ, и сами получившіеся кетоны, все равно $C_nH_{2n}XCOCH_3$ или $C_nH_{2n-1}COCH_3$, точно такъ же могутъ присоединить къ себѣ галоидное производное алюминія, образуя то сложное металлоорганическое соединеніе, которое приходится разлагать водой для полученія свободнаго кетона.

При такой сложности отношеній весьма вѣроятно, что только небольшое количество реагирующихъ веществъ—и во всякомъ случаѣ различное для различныхъ олефиновъ—войдетъ въ ту реакцію, въ которой принимаютъ участіе всѣ три главныхъ компонента,—и въ результатѣ которой—послѣ разложенія водой получаются кетоны $C_nH_{2n-1}COCH_3$. Я разберу сейчасъ всѣ эти возможные случаи въ отдѣльности.

А. При раствореніи хлористаго или бромистаго алюминія въ сухомъ и чистомъ сѣрнистомъ углеродѣ не замѣчается никакихъ признаковъ химическаго взаимодѣйствія: даже чрезвычайно сильное пониженіе температуры при раствореніи бромистаго алюминія въ сѣрнистомъ углеродѣ какъ бы указываетъ на простой переходъ въ растворъ. Въ литературѣ описано достаточное количество соеди-

ненiй галоидныхъ солей алюминiя съ сѣрнистымъ углеродомъ и какимъ-нибудь третьимъ компонентомъ (бромомъ, бромистымъ этиломъ, трибромпропаномъ, бромоформомъ, бромистымъ этилиденомъ и т. д.), но одинъ сѣрнистый углеродъ съ бромистымъ или хлористымъ алюмнiемъ не соединяется: можно пропускать въ растворъ струю сухого галоидоводорода, испарять сѣрнистый углеродъ (избытокъ) въ безвоздушномъ пространствѣ или удалять его сильнымъ токомъ сухого индиферентнаго газа—все равно не удается констатировать образованiя какого-либо соединенiя, содержащаго сѣру, а только обратное выдѣленiе изъ раствора первоначально взятаго соединенiя, при какой низкой температурѣ мы бы ни работали. Не замѣчается образованiя этихъ соединенiй и при температурѣ кипѣнiя сѣрнистаго углерода, даже и въ токѣ сухого галоидоводорода. Это свойство сѣрнистаго углерода дѣлаетъ его особенно драгоцѣннымъ при работахъ съ такими легко измѣняющимися продуктами, какъ ненасыщенные углеродистые водороды.

Въ случаѣ употребленiя въ качествѣ растворителя гексана (легкаго погона нефтяного американскаго эѳира, обработаннаго послѣдовательно марганцевокислымъ калiемъ и хлористымъ ацетиломъ съ хлористымъ алюминiемъ), то здѣсь дѣло обстоитъ нѣсколько иначе. Г. Г. Густавсонъ [1]) показалъ, что предѣльные углеродистые водороды легко реагируютъ съ бромистымъ алюминiемъ при пропусканiи бромистаго водорода (температура значительно выше 0°). При этомъ онъ нашелъ, что разложенiе предѣльнаго углеводорода и образованiе углеводородобромистаго алюминiя ($C_4H_8AlBr_3$) при прочихъ равныхъ условiяхъ идетъ тѣмъ быстрѣе, 1) чѣмъ больше вѣсъ частицы взятаго предѣльнаго углеводорода; 2) чѣмъ сильнѣе струя пропускаемаго бромистаго водорода. Однако же при анализѣ получающихся продуктовъ оказалось, что бромистый водородъ, при пропусканiи его чрезъ растворы бромистаго алюминiя въ углеводородахъ, не входитъ въ составъ конечныхъ продуктовъ реакцiи. Реакцiя эта—безразлично, взятъ ли нормальный гексанъ (который разлагается съ бо́льшимъ трудомъ даже при температурѣ его кипѣнiя—69°, чѣмъ твердые параффины при температурѣ плавленiя—50°—60°) изъ маннита или

---

[1]) *Г. Г. Густавсонъ*, l. c. стр., 58.

же просто нефтяной эѳиръ или соотвѣтствующій погонъ кавказской нефти, приводитъ къ образованію одного и того же углеводородобромистаго алюминія $C_4H_8AlBr_3$. Вотъ эти-то наблюденія Г. Г. Густавсона дали мнѣ возможность употреблять гексанъ въ качествѣ растворителя при реакціяхъ олефиновъ съ хлористымъ ацетиломъ и галоидными солями алюминія, при такихъ только условіяхъ, которыя почти исключали возможность образованія углеводородобромистаго алюминія $C_4H_8AlBr_3$ и позволяли направлять дѣйствіе бромистаго алюминія только на растворенныя вещества, а не на растворитель. Условія, при которыхъ я велъ реакцію, были таковы:

1. Относительное количество вводимаго въ реакцію бромистаго алюминія было уменьшено вдвое противъ обычнаго, т.-е. не четыре граммомолекулы бромистаго алюминія, на 3 граммомолекулы реагирующихъ веществъ (пропилена и бромистаго ацетила), а всего двѣ, чѣмъ достигалось не уменьшеніе концентраціи бромистаго алюминія (онъ плохо растворимъ), а просто уменьшеніе его количества.

2. Самое пропусканіе пропилена въ разболтанный въ гексанѣ порошокъ бромистаго алюминія происходило при —12°. Между тѣмъ у Г. Г. Густавсона сколько-нибудь замѣтное образованіе углеводородобромистаго алюминія происходило лишь при комнатной температурѣ (при пропусканіи бромистаго водорода), а уже при 0° протекало крайне медленно.

3. Какъ только поглощеніе пропилена замедлялось, сейчасъ же начинали вводить въ растворъ третій компонентъ—бромистый ацетилъ. При этомъ—вслѣдствіи ли реакціи, ведущей къ образованію этилиденацетона или ацетилацетона безразлично,—сейчасъ же начиналось выдѣленіе бромистаго водорода.

4. Этотъ бромистый водородъ не могъ значительно ускорять реакцію распада, такъ какъ и температура была очень низка, да и растворимость бромистаго водорода въ гексанѣ очень мала, такъ что работа велась при очень ничтожной концентраціи бромистаго водорода.

5. Когда было введено все количество бромистаго ацетила, жидкость была оставлена въ холодильной смѣси; только по отдѣленіи избытка гексана съ отчасти растворившимся бромистымъ алюми-

ніемъ была повышена температура (до 17°—18°) остатка, чтобы довести реакцію до конца.

6. Присоединенный къ прибору поглотитель (колонка съ пемзой, смоченной водой), который позволялъ вести работу на экспериментальномъ столѣ, а не въ вытяжномъ шкапу, дѣйствовалъ, какъ эксгаусторъ, постоянно удаляя образующійся бромистый водородъ и доводя время дѣйствія его на растворъ бромистаго алюминія въ углеводородѣ до возможнаго минимума. Такимъ образомъ легко видѣть, что всѣ условія, благопріятствующія, по наблюденіямъ Г. Г. Густавсона, образованію углеводородобромистаго алюминія $C_4H_8AlBr_3$ изъ насыщенныхъ углеводородовъ, были устранены; поэтому нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что при опытахъ, поставленныхъ съ цѣлью введенія въ частицу пропилена ацетильной группы вмѣсто одного атома водорода, получался одинаково этилиденацетонъ независимо отъ того, бралъ ли я въ качествѣ растворителя гексанъ или сѣрнистый углеродъ. Разъ это было установлено, я имѣлъ полное право проводить въ тѣхъ условіяхъ и реакцію съ этиленомъ, для котораго гексанъ являлся болѣе подходящимъ растворителемъ, чѣмъ сѣрнистый углеродъ, не рискуя получить упрекъ въ осложненіи реакціи самимъ растворителемъ.

В. Другимъ важнымъ затрудненіемъ, съ которымъ приходится считаться при приложеніи реакціи Фриделя-Крафтса къ углеродистымъ водородамъ ряда этилена, является возможность ихъ измѣненія во время самой реакціи—измѣненіе, которое наблюдается въ случаѣ реакціи съ ароматическими углеводородами только въ очень слабой степени. Эта способность должна быть связана съ способностью олефиновъ легко полимеризоваться, напр. подъ вліяніемъ разбавленной сѣрной кислоты, влажнаго хлористаго цинка и т. д. Полимеризація олефина-этилена въ условіяхъ, аналогичнымъ условіямъ при моихъ опытахъ, была констатирована Г. Г. Густавсономъ (l. c.): пропуская смѣсь этилена и бромистаго водорода чрезъ трубочку съ бромистымъ алюминіемъ, онъ получилъ продуктъ—углеводородобромистый алюминій, эмпирическаго состава $C_4H_8AlBr_8$, который при разложеніи водой не даетъ обратно этилена или газообразныхъ углеводородовъ, а жидкіе съ камфарнымъ запахомъ, кипящіе при 150°—300°; быстрое осмоленіе ихъ на воздухѣ и энергическое дѣйствіе на нихъ брома не оставляютъ

никакого сомнѣнія въ ихъ непредѣльномъ характерѣ. Соображенія, высказанныя по этому поводу Г. Г. Густавсономъ, заставляютъ признать, что въ отсутствіи бромистаго водорода образованія этого углеводородобромистаго алюминія (и бромистаго этила) при дѣйствіи этилена на бромистый алюминій не происходитъ; въ присутствіи же бромистаго водорода реакція идетъ легко, развивая тепло. Въ моихъ опытахъ, когда всѣ операціи велись съ особенно тщательно высушенными углеводородами и сѣрнистымъ углеродомъ, я могъ, конечно, избѣжать присутствія замѣтныхъ количествъ влаги, и слѣды только получающагося изъ бромистаго алюминія бромистаго водорода могли вызывать эту реакцію въ очень малой степени. Но устранить совершенно бромистый водородъ, развивающійся во время самой реакціи, конечно, невозможно, и какъ только начинается выдѣленіе бромистаго (или хлористаго) водорода, неизбѣжное при взаимодѣйствіи галоидангидрида уксусной кислоты съ галоидной солью алюминія и олефиномъ, реакція образованія продукта, ведущаго къ полученію послѣ разложенія водой полимеризованнаго углеродистаго водорода, естественнымъ образомъ начинаетъ идти очень энергично. Въ томъ случаѣ, когда въ реакцію вводится такое легко уплотняющееся при этихъ условіяхъ вещество, какъ этиленъ, безъ преувеличенія можно сказать, что такое направленіе реакціи является безусловно преобладающимъ. Несмотря на всѣ принимаемыя предосторожности (низкая температура, небольшое количество галоидной соли алюминія, по возможности одновременное введенія этилена и хлористаго ацетила въ растворъ), съ трудомъ удается направить ходъ превращенія такимъ образомъ, чтобы получилось хоть сколько-нибудь замѣтное количество того продукта реакціи, ради котораго предпринято изслѣдованіе. Картина явленія не мѣняется, если мы беремъ хлористыя соединенія вмѣсто бромистыхъ. Съ другими углеродистыми водородами дѣло обстояло, какъ видно изъ описанія отдѣльныхъ реакцій, не такъ плохо. Однако же и здѣсь при перегонкѣ съ водянымъ паромъ удается, своевременно мѣняя пріемникъ, всегда удавалось собрать отдѣльно довольно густую жидкость нейтральнаго характера съ очень широкими предѣлами температуры кипѣнія (150°–250°—300°). Тѣло это получалось во всѣхъ случаяхъ (въ перемѣнномъ количествѣ), легко реагировало съ бромомъ и растворомъ марганцевокислаго калія на холоду и сильно густѣло

на воздухѣ. Анализы этого тѣла, даже послѣ перегонки надъ натріемъ, давали числа, не подходящія къ формулѣ C_nH_{2n} (85,59% углерода и 14,41% водорода), но обнаруживали нѣсколько больше (рѣдко меньше) водорода и всегда меньше углерода. Во многихъ случаяхъ отклоненіе отъ 100% достигало 3—4%.

Повидимому, эти тѣла представляютъ смѣсь продуктовъ уплотненія съ продуктами окисленія на воздухѣ первоначально образовавшагося продукта полимеризаціи углеводорода, взятаго въ реакцію. Интересно напомнить, что при попыткахъ дѣйствія галоидангидридомъ уксусной кислоты на образовавшееся соединеніе бромистаго алюминія съ этиленомъ (стр. 110) и диметилэтиленомъ (стр. 52) не удалось получить замѣтнаго количества кетона: главнымъ продуктомъ реакціи были полимеризованные олефины.

С. Осложненіе реакціи образованія ненасыщенныхъ кетоновъ непосредственно изъ углеводородовъ ряда C_nH_{2n} можетъ быть вызвано не только тѣмъ, что часть углеродистаго водорода реагируетъ съ выдѣляющимся при реакціи галодоводородомъ и даетъ производное ряда метана типа $C_nH_{2n+1}X$. Образованіе послѣднихъ можетъ произойти какъ вслѣдствіе того, что въ присутствіи бромистаго алюминія даже такія сравнительно мало способныя реагировать съ галоидоводородами олефины, какъ этиленъ, легко даютъ соотвѣтствующія бромозамѣщенные параффины, такъ и оттого, что при разложеніи продуктовъ реакціи водой (если исходнымъ продуктомъ служилъ сравнительно высококипящій олефинъ) можетъ произойти реакція между олефиномъ и образующимся вновь галоидоводородомъ. Напомню, что при полученіи кетоновъ $C_6H_{11}COCH_3$ и $C_8H_{15}COCH_3$ удалось констатировать присутствіе соединеній $C_6H_{13}Cl$ и $C_8H_{17}Cl$. Но этого мало: не надо забывать, что въ присутствіи хлористаго алюминія, какъ показали Фридель и Крафтсъ [1]), галоидозамѣщенные углеводороды могутъ реагировать съ бензольными углеводородами, при чемъ получаются гомологи бензола, въ которыхъ водороды бензольнаго ядра замѣщаются радикалами, раньше связанными съ галоидомъ. Въ виду возможности приложенія реакціи Фридель-Крафтсовскаго синтеза кетоновъ къ углеродистымъ водородамъ ряда этилена, интересно было прослѣдить, возможно ли въ такихъ условіяхъ усложненіе углеродистаго во-

[1]) *Friedel et Crafts.* C. R. *84,* 1392.

дорода путемъ введенія въ него остатковъ, раньше связанныхъ съ галоидомъ. Реакція введенія этильнаго остатка въ бензольное ядро была изучена Семпотовскимъ [1]). Семпотовскій рекомендуетъ брать смѣсь одной части бромистаго этила съ $1^1/_2$ частями бензола (избытокъ бензола) и вносить въ нее хлористый алюминій въ порошкѣ, прибавляя его небольшими порціями до тѣхъ поръ, пока введенное количество не составитъ 15% по вѣсу взятой смѣси. Реакція идетъ очень медленно: при обыкновенной температурѣ требуется для окончанія ея нѣсколько дней. Доводятъ ее до конца нагрѣваніемъ на водяной банѣ. Затѣмъ слѣдуетъ обычное разложеніе образовавшагося металлоорганическаго соединенія ледяной водой и т. д. Я не предполагалъ вести реакцію въ такомъ точно видѣ, потому что это не отвѣчало условіямъ поставленныхъ мною опытовъ, да и предварительные опыты показали, что хлористый алюминій, прибавленный даже въ небольшомъ количествѣ къ неразбавленной ничѣмъ смѣси бромистаго этила съ углеродистымъ водородомъ, ужъ слишкомъ энергично дѣйствуетъ, вызывая чуть ли не сразу осмоленіе. Поэтому-то пришлось нѣсколько измѣнить пріемъ Семпотовскаго, употребляя въ дѣло индиферентный растворитель—сухой и чистый сѣрнистый углеродъ. Для реакціи были взяты гексиленъ, свѣже перегнанный надъ натріемъ, и бромистый этилъ, приготовленный фабричнымъ способомъ (дѣйствіемъ смѣси этиловаго спирта и слегка разбавленной сѣрной кислоты на бромистый натрій) [2]). Бромистый этилъ былъ освобожденъ отъ слѣдовъ этиловаго эѳира двукратнымъ промываніемъ чистой сѣрной кислотой. Опытъ былъ проведенъ слѣдующимъ образомъ: 10 гр. гексилена растворили въ 50 гр. сухого и чистаго сѣрнистаго углерода, прибавили къ раствору 14 гр. сухого бромистаго этила и затѣмъ небольшими порціями внесли въ смѣсь 4 гр. бромистаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ. Выдѣленіе галоидоводорода на холоду мало замѣтно, при слабомъ даже нагрѣваніи на водяной банѣ значительно усиливается и идетъ довольно равномѣрно. Черезъ шесть часовъ реакція была прекращена, а остатокъ на днѣ и самый сѣрнистый углеродъ были обработаны холодной водой со льдомъ. Продукты реакціи были тщательно разболтаны съ сѣр-

---

[1]) *Sempotowski*. B. B. *22*, 2662.

[2]) *Erdmann und Bender*. Chemische Präparatenkunde II, 42.

нистымъ углеродомъ, который затѣмъ былъ отдѣленъ, промытъ, высушенъ хлористымъ кальціемъ, только что прокаленнымъ, и подвергнутъ фракціонированной перегонкѣ. Первые погоны, хотя и давали явственную реакцію на галоидъ, тѣмъ не менѣе содержали почти только слѣды бромистаго этила. Что же касается остатка послѣ удаленія сѣрнистаго углерода, то главная его масса переходила при очень высокой температурѣ, правда, не постоянной. Перешедшая (250° и выше) жидкость очень энергично реагировала съ бромомъ въ растворѣ сѣрнистаго углерода даже при сильномъ охлажденіи и при сильномъ взбалтываніи съ растворомъ марганцевокислаго калія обезцвѣчивала его. Данныхъ анализа не привожу, такъ какъ 1) продуктъ содержалъ небольшіе слѣды галоида, отъ которыхъ можно было избавиться только кипяченіемъ съ натріемъ, и 2) ни одинъ анализъ продукта,—не перегнаннаго надъ металлическимъ натріемъ,—не далъ въ результатѣ 100%. Всегда была небольшая (1,6—2,5) недостача. Если припомнить свойства этихъ высокомолекулярныхъ углеводныхъ водородовъ, то надо признать неизбѣжнымъ присутствіе въ полученномъ продуктѣ нѣкотораго количества кислорода. Содержаніе углерода въ перегнанныхъ надъ натріемъ было нѣсколько меньше, чѣмъ слѣдовало бы по формулѣ C_nH_{2n}, но всего на нѣсколько десятыхъ. Если принять во вниманіе, что даже диэтилгексиленъ не можетъ кипѣть ниже 154°, то дѣлается яснымъ, что при только что разсмотрѣнной реакціи произошло на ряду съ замѣщеніемъ, что сказывается исчезновеніемъ бромистаго этила, — и рѣзко выраженная полимеризація первоначально взятаго гексилена. Значитъ, даже при проведеніи реакціи очень быстрымъ темпомъ неизбѣжно замѣщеніе одного или нѣсколькихъ водородовъ въ углеродистомъ водородѣ ряда этилена, которое сопровождается сильной полимеризаціей; даже низкая температура не въ состояніи предотвратить этого превращенія, выводящаго значительную долю взятыхъ въ реакцію углеводородовъ изъ того круга взаимодѣйствій, который приводитъ къ образованію кетона, отвѣчающаго взятому олефину. Опыты надъ всѣми изученными мной углеродистыми водородами всегда обнаруживали достаточное количество этихъ продуктовъ замѣщенія (или полимеризаціи), которыя иногда приводили къ образованію высокомолекулярныхъ кетоновъ; присутствіе высококипящей фракціи (амиленъ, гексиленъ напр.)—въ очень ничтожномъ количествѣ, —

которая не содержитъ галоида и даетъ въ то же время реакцію съ семикарбазидомъ въ уксуснокисломъ растворѣ подтверждаетъ сдѣланное предположеніе. Еще болѣе осложняющая дѣло реакція, — правда, примѣнимая и въ случаѣ введенія во взаимодѣйствіе и бензольныхъ углеводородовъ,—состоитъ въ томъ, что подъ вліяніемъ бромистаго алюминія галоидзамѣщенные углеводороды могутъ легко изомеризоваться [1]), а также претерпѣвать и болѣе глубокое расщепленіе съ выдѣленіемъ бромистаго водорода [2]).

D. И второй компонентъ, вводимый въ нашу реакцію,—галоидангидридъ уксусной кислоты,—точно такъ же можетъ легко подвергнуться измѣненіямъ и, вступая въ реакцію съ галоидными солями алюминія, дать начало новымъ соединеніямъ, значительно понижающимъ выходы ненасыщеннаго кетона, отвѣчающаго взятому олефину [3]). Еще В. С. Виноградовъ [4]), изучая дѣйствіе хлористаго ацетила на хлористый алюминій, получилъ тѣло состава $C_4H_4O_2AlCl_3$; это соединеніе онъ разсматриваетъ какъ углеводородохлористый алюминій $C_4H_3AlCl_3$, въ которомъ четыре атома водорода замѣщены двумя атомами кислорода. По его описанію, если приливать къ хлористому алюминію хлористый ацетилъ, то уже при комнатной температурѣ замѣчается значительное выдѣленіе хлористаго водорода безъ примѣси какихъ бы то ни было другихъ газовъ. Если ускорить реакцію, нагрѣвая смѣсь до 30°—

---

[1]) *Kekulé* und *Schrötter*. B. B. 12, 2279.

[2]) *Gustavson*. B. B. *16*, 958.

[3]) Слѣдуетъ замѣтить, что съ ароматическими галоидангидридами кислотъ дѣло обстоитъ гораздо проще: по наблюденіямъ Перрье (*J. Perrier*, C. R. *116*, 1298), кристаллическое, соединеніе образующееся при кипяченіи (трехчасовомъ!) хлористаго бензоила (10 гр.) съ избыткомъ свѣжаго хлористаго алюминія (9 гр. вмѣсто 1,5) въ растворѣ 150 гр. сѣрнистаго углерода, состава по грубому анализу $(C_6H_5COCl)_2Al_2Cl_6$ (Al найдено 11,1%, надо 10,2%, хлора найдено 50,3%, надо 51,9%) разлагается водой съ образованіемъ бензойной кислоты, соляной кислоты и гидрата окиси алюминія. При дѣйствіи на него бензольныхъ (моно- и дядерныхъ) соединеній даетъ кетоны. Напр. съ дифениломъ даетъ парабензоилдифенилъ р. $C_6H_5CO.C_6H_4.C_6H_5$. Такимъ образомъ выходитъ, что хлористый алюминій не измѣняетъ коренным образомъ свойствъ хлористаго бензоила, образуя съ нимъ комплексное соединеніе: оно даже разлагается на свои компоненты и, оставаясь на воздухѣ, развиваетъ запахъ хлористаго бензоила.

[4]) *Г. Г. Густавсонъ*. „Органич. соединенія...", стр. 77.

40°, то выдѣленіе хлористаго водорода легко можетъ быть доведено до конца. Послѣ этого онъ отгоняетъ избытокъ хлористаго ацетила и удаляетъ послѣдніе слѣды его, пропуская чрезъ продуктъ реакціи въ теченіе продолжительнаго времени сухой водородъ. Получается твердая желтая стекловидная масса. Ходъ реакціи, какъ показываетъ анализъ полученнаго продукта и количество выдѣлившагося хлористаго водорода, можетъ быть выраженъ уравненіемъ: $AlCl_3 + 2\,CH_3COCl = 2\,HCl + C_4H_4O_2AlCl_3$. Опредѣленія хлора и алюминія даютъ числа, близко подходящія къ приведенной только что формулѣ, хотя хлора получается всегда нѣсколько больше теоретическаго количества. Это обстоятельство можетъ быть объяснено невозможностью удаленія послѣднихъ слѣдовъ хлористаго водорода (если бы оставался хлористый ацетилъ, то содержаніе хлора въ продуктѣ реакціи понизилось бы: $C_4H_4O_2AlCl_3$ содержитъ 48,39% хлора, а хлористый ацетилъ—45,17%). При дѣйствіи воды на это вещество получается углекислота и ацетонъ (анализированный). Допуская, что при разложеніи водой не получается никакихъ другихъ соединеній, кромѣ ацетона и углекислоты, можно было бы выразить реакцію такимъ уравненіемъ:

$$C_4H_4O_2AlCl_3 + 4H_2O = Al(HO)_3 + 3HCl + CO_2 + CH_3COCH_3.$$

Однако же оказалось, что это уравненіе далеко не отвѣчаетъ дѣйствительному ходу разложенія, такъ какъ самъ Виноградовъ указываетъ, что количество выдѣляющейся при реакціи углекислоты почти вдвое меньше отвѣчающаго выше написанному уравненію, да кромѣ того въ водномъ растворѣ обнаружено присутствіе какихъ-то ближе не изслѣдованныхъ органическихъ кислотъ. Черезъ четыре года Комбъ [1]) показалъ, что если разлагать водой кристаллическое соединеніе $C_6H_7O_3AlCl_4$, являющееся продуктомъ взаимодѣйствія хлористаго алюминія и хлористаго ацетила по уравненію: $AlCl_3 + 3CH_3COCl = 2HCl + C_6H_7O_3AlCl_4$, то получается простѣйшій возможный β—дикетонъ —2.4. пентадіонъ или ацетилацетонъ—$CH_3COCH_2COCH_3$. По Г. Г. Густавсону реакція эта можетъ быть выражена слѣдующими тремя уровненіями:

---

[1]) *Combes.* An. de Chimie. [6], *12*, 199.

[2]) *Gustavson.* J. pr. Ch. [2], *37*, 108.

$$\text{I}\quad 2CH_3COCl + CH_3COCl + AlCl_3 = 2HCl + \\ + (CH_3CO)_2CH . CCl_2 . O . AlCl_2.$$

$$\text{II}\quad (CH_3CO)_2 . CH . CCl_2 . O . AlCl_2 + 4H_2O = Al(HO)_3 + 4HCl + \\ + (CH_3CO)_2CH . COOH.$$

$$\text{III}\quad (CH_3CO)_2CH . COOH = CO_2 + CH_3COCH_2COCH_3.$$

Замѣтно выраженный „кислотный“ характеръ водорода въ группѣ метилена, связанной съ двумя ацетильными группами въ ацетилацетонѣ, даютъ возможность легко констатировать присутствіе его, не прибѣгая къ анализу; его характерный запахъ, температура кипѣнія (137°), высокій удѣльный вѣсъ (0,979 при 15°), а въ особенности способность давать чрезвычайно характерный красивый синевато-фіолетовый чешуйчатый осадокъ мѣднаго соединенія, состава $C_u(C_5H_7O_2)_2$ при осажденіи подкисленнаго уксусной кислотой раствора горячимъ насыщеннымъ растворомъ уксуснокислой мѣди настолько характеризуютъ это интересное соединеніе, что безъ особаго труда легко убѣдиться въ его присутствіи при той или другой изслѣдуемой реакціи.

Повторяя реакціи Комба съ бромистымъ ацетиломъ и бромистымъ алюминіемъ, или съ хлористымъ ацетиломъ и бромистымъ алюминіемъ или, наконецъ, съ бромистымъ ацетиломъ и хлористымъ алюминіемъ и разлагая полученный продуктъ взаимодѣйствія водой, мы всегда получаемъ значительныя количества ацетилацетона. Такимъ образомъ во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда галоидангидридъ уксусной кислоты приходитъ во взаимодѣйствіе съ галоидными солями алюминія, можетъ быть получено соединеніе, которое при разложеніи водой даетъ ацетилацетонъ. Въ полномъ соотвѣтствіи съ этими наблюденіями и при моихъ опытахъ оказалось, что во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда галоидангидридъ укусной кислоты приводили въ соприкосновеніе съ галоидной солью алюминія — безразлично, въ присутствіи индиферентнаго растворителя и въ отсутствіи его, — то при послѣдующемъ дѣйствіи ненасыщеннаго углеводорода и обработкѣ водой полученнаго продукта взаимодѣйствія всегда удавалось доказать присутствіе замѣтнаго количества ацетилацетона. Приведу для подтвержденія этого цѣлый рядъ опытовъ.

1. 90 гр. бромистаго алюминія растворили въ 250 куб. сант.

сухого и чистаго сѣрнистаго углерода въ колбѣ съ капальной воронкой, хорошо дѣйствующимъ обратно поставленнымъ холодильникомъ и всѣми приспособляющими для поглощенія бромистаго водорода. Растворъ былъ нагрѣтъ на водяной банѣ (температура бани 50°), и затѣмъ въ него начали по каплѣ прибавлять бромистый ацетилъ (40 гр.). Количества реагирующихъ веществъ брались по отношенію $3CH_3COBr : 3C_2H_4 : 4AlBr_3$. Выдѣлялось очень много бромислаго водорода. Затѣмъ начали пропускать изъ газометра этиленъ, медленно проводя его въ растворъ. Высушивали газъ хлористымъ кальціемъ и затѣмъ фосфорнымъ ангидридомъ. Поглощеніе было полное. Выдѣленіе бромистаго водорода мало-замѣтное. Только послѣ того, какъ было пропущено 4,5 литра этилена, поглощеніе замедлилось, такъ что пришлось замедлить токъ газа и повысить температуру бани до начала кипѣнія сѣрнистаго углерода, чтобы опять достигнуть поглощенія этилена. При этомъ выдѣлялся горючій газъ, оставлявшій налетъ сѣры при неполномъ сгораніи, карбурированный сѣрнистымъ углеродомъ воздухъ. При охлажденіи выпадаетъ густой слой оранжевой жидкости. Послѣ 15-тиминутнаго нагрѣванія на водяной банѣ до 70° выдѣленіе бромистаго водорода прекратилось. При охлажденіи вся масса оранжевой жидкости застыла въ оранжевые кристаллы. Послѣ осторожнаго разложенія водой (безъ прибавленія соды, конечно) со льдомъ и послѣдующей перегонки съ водянымъ паромъ удалось выдѣлить немного желтоватой жидкости съ запахомъ ацетилацетона. Подбавленный уксусной кислотой растворъ далъ съ горячимъ насыщеннымъ растворомъ уксуснокислой мѣди типичный осадокъ мѣднаго соединенія ацетилацетона.

2. Совершенно такой же результатъ получается при нѣсколько иномъ расположеніи опыта: бромистый ацетилъ растворяли въ сухомъ и чистомъ сѣрнистомъ углеродѣ въ колбѣ съ обычными приспособленіями; растворъ слегка подогрѣвали и вводили въ него растворъ бромистаго алюминія ($^1/_4$ граммомолекулы бромистаго ацетила и $^1/_2$ граммомолекулы бромистаго алюминія) въ сѣрнистомъ углеродѣ. Уже при слабомъ подогрѣваніи выдѣляется много бромистаго водорода. Смѣсь нѣкоторое время подержали при температурѣ кипѣнія сѣрнистаго углерода и, когда выдѣленіе бромистаго водорода прекратилось, смѣсь охладили и осторожно ввели въ нее еще $^1/_{12}$ граммомолекулы бромистаго алюми-

нія въ растворѣ сѣрнистаго углерода. Замѣчалось разогрѣваніе и выдѣленіе бромистаго водорода, при чемъ количество выпавшей оранжевой жидкости замѣтно увеличилось. Послѣ этого въ оранжевую тяжелую жидкость на днѣ стали пропускать высушенный хлористымъ кальціемъ и фосфорнымъ ангидридомъ этиленъ. Даже при комнатной температурѣ, если токъ газа не очень силенъ, замѣчается полное поглощеніе газа, при чемъ тяжелая жидкость изъ оранжевой сдѣлалась блѣдно-желтой. Колбу охладили снѣгомъ съ солью и пропускали этиленъ до полнаго насыщенія, которое наступило тогда, когда было выпущено изъ газометра $4^1/_2$ литра (немного болѣе $^1/_6$ граммомолекулы), послѣ чего ни взбалтываніе, ни охлажденіе не влекло за собой дальнѣйшаго поглощенія. Сдѣлавшаяся снова оранжевой жидкость была разложена обычнымъ порядкомъ (безъ прибавленія соды, однако) и послѣ отгонки съ водянымъ паромъ, я могъ опять получить мѣдное соединеніе ацетилацетона.

3. Убѣдившись такимъ образомъ въ томъ, что въ этихъ случаяхъ всегда получается ацетилацетонъ, я хотѣлъ провести между прочимъ реакцію и въ такомъ видѣ, чтобы на готовое металлоорганическое соединеніе, получающееся при реакціи между хлористымъ ацетиломъ и хлористымъ алюминіемъ, дѣйствовалъ бы продуктъ, который получается при взаимодѣйствіи этилена и хлористаго алюминія. Для этого 25 гр. хлористаго алюминія въ очень тонкомъ порошкѣ постепенно вводили въ нагрѣтый почти до кипѣнія растворъ 40 гр. хлористаго ацетила въ сухомъ и чистомъ сѣрнистомъ углеродѣ. Реакція шла съ обильнымъ выдѣленіемъ хлористаго водорода. Съ другой стороны въ кипящій растворъ (смѣсь) 70 гр. хлористаго алюминія (въ тончайшемъ порошкѣ) въ сѣрнистомъ углеродѣ пропускали смѣсь тщательно высушенныхъ хлористаго водорода и этилена. Поглотилось почти 11 литровъ этилена. Выдѣлившуюся (почти черезъ сутки отъ начала опыта) желто-оранжевую твердую массу смѣшали съ полученнымъ раньше соединеніемъ. При слабомъ нагрѣваніи происходило выдѣленіе большихъ количествъ хлористаго водорода. Когда оно прекратилось, продуктъ реакціи подвергли обычнымъ манипуляціямъ, въ результатѣ которыхъ удалось обнаружить только присутствіе ацетилацетона.

Во всѣхъ этихъ опытахъ я нарочно бралъ именно этиленъ, по-

тому что продуктъ его взаимодѣйствія съ хлористымъ и бромистымъ алюминіемъ очень хорошо изученъ и можетъ быть легко полученъ въ большихъ количествахъ. При аналогичныхъ опытахъ съ другими олефинами (гексиленомъ и октиленомъ) удается доказать присутствіе ацетилацетона, если дѣйствовать углеводородомъ на продуктъ взаимодѣйствія (при кипяченіи въ сѣрнистомъ углеродѣ) галоидангидрида уксусной кислоты и галоиднаго соединенія алюминія, если вести затѣмъ разложеніе водой безъ прибавленія соды.

Собранный при этихъ реакціяхъ ацетилацетонъ кипѣлъ при 130°,5 (давленіе было 746 mm.). Опредѣлены молекулярная рефракція и молекулярный объемъ.

Вѣсъ ацетилацетона при 20°	0,7676 гр.
Вѣсъ воды при 4°	0,7944 „
Показатель прел. для линіи D	1,4781 „
Плотность $\frac{20^0}{4^0}$	0,7944 „
Молекулярная рефракція	27,71 „
Молекулярный объемъ	103,5 „

Вычисляя тѣ же величины для ненасыщеннаго гликоля съ двумя двойным связями, получаемъ 27,37 и 101,8 [1]). Мѣдное соединеніе $C_u(C_5H_7O_2)_2$, полученное при обычныхъ условіяхъ реакціи, плавилось около 230°.

D. Реакція образованія болѣе сложныхъ комплексныхъ соединій растворителя съ бромистымъ или хлористымъ алюминіемъ и галоидзамѣченными параффинами (продуктами реакціи между олефинами и галоидоводородомъ, выдѣлающимся при дѣйствіи галоидангидрида уксусной кислоты на олефинъ въ присутствіи галоидной соли алюминія), не можетъ вредить реакціи, такъ какъ образованіе подобныхъ комплексовъ идетъ, судя по работамъ В. А. Плотникова [1]) и др., очень медленно, и при разложеніи конечнаго продукта водой даетъ легко распадающіеся при условіяхъ опыта со-

---

[1]) *Traube* (цитирую по *H. Biltz*. Die Praxis du Molekelgewichtsbestimmung, стр. 155.

[2]) *В. А. Плотниковъ*. „О сложныхъ соединеніяхъ...“, стр. 58.

единенія. Интересно отмѣтить, что при замѣнѣ обычныхъ растворителей чистымъ и сухимъ хлороформомъ можно наблюдать образованіе тѣхъ же продуктовъ взаимодѣйствія галоидангидридовъ уксусной кислоты на галоидныя соли алюминія, какъ и при употребленіи сѣрнистаго углерода или безъ всякаго растворителя. Хлороформъ я получалъ изъ хлоральгидрата и подвергалъ его тщательной обработкѣ щелочью, водой и высушивалъ продолжительнымъ настаиваніемъ въ темнотѣ надъ большимъ количествомъ свѣже сплавленнаго хлористаго кальція. 20 гр. хлористаго ацетила были растворены въ 70 гр. приготовленнаго такимъ образомъ хлороформа; къ раствору при очень слабомъ нагрѣваніи на водяной банѣ было прибавлено небольшими порціями 12 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ. Когда окончилось выдѣленіе хлористаго водорода, хлороформъ былъ слитъ, оставшаяся масса промыта сѣрнистымъ углеродомъ и разложена ледяной водой. Послѣ обычной перегонки съ водянымъ паромъ удалось выдѣлить немного ацетилацетона со всѣми его характерными признаками. Аналогичный результатъ полученъ и въ томъ случаѣ, когда въ кипящую смѣсь 45 гр. хлористаго алюминія въ тончайшемъ порошкѣ и 260 гр. хлороформа, на этотъ разъ обыкновеннаго продажнаго, подвергнутаго надлежащей очисткѣ, по каплямъ вливали 80 гр. хлористаго ацетила. Послѣ двухчасового кипѣнія продуктъ реакціи (небольшая его часть) былъ обработанъ водой, при чемъ послѣ перегонки съ водянымъ паромъ удалось выдѣлить ацетилацетонъ. Другая часть была отдѣлена дѣлительной воронкой (около 85 гр. жидкаго продукта), вылита въ Гофмановскую колбочку и медленно насыщена этиленомъ высушеннымъ хлористымъ кальціемъ и фосфорнымъ ангидридомъ. Это количество поглотило почти 7 литровъ этилена, при чемъ жидкость совершенно загустѣла. Послѣ разложенія снѣгомъ опять-таки констатировано присутствіе ацетилацетона.

2. Наконецъ, послѣдняя реакція, на которую приходится обратить вниманіе, это способность ненасыщенныхъ кетоновъ соединяться съ галоидоводородами и давать насыщенные моногалоидозамѣщенные кетоны типа $C_nH_{2n}XCOCH_3$. Я уже указалъ на полученіе подобныхъ соединеній при гексиленѣ и октиленѣ, какъ основныхъ олефинахъ, вводимыхъ въ реакцію. При этомъ приходится отмѣтить, что къ высшимъ гомологамъ, повидимому, легче

присоединяется галоидоводородъ и, такимъ образомъ, на нихъ легче констатировать существованіе этой побочной реакціи.

Такимъ образомъ приходится признать, что всѣ эти возможныя реакціи протекаютъ и въ дѣйствительности и этимъ самымъ значительно понижаютъ выходы на ненасыщенный кетонъ, совершенно аналогично тому, какъ при Фридель-Крафтсовскомъ синтезѣ легко измѣняющіяся и способныя къ сложнымъ реакціямъ соединенія бензольнаго ряда даютъ очень пониженные выходы на кетоны, благодаря многимъ побочнымъ реакціямъ.

Подводя итоги всѣмъ сдѣланнымъ опытамъ, я могу съ увѣренностью сказать, что реакція Фриделя-Крафтса приложима и къ ненасыщеннымъ углеродистымъ водородамъ ряда C_nH_{2n}. По крайней мѣрѣ, разсмотрѣнные мною олефины, какъ-то: этиленъ, метилэтиленъ (пропиленъ), несимметрическій диметилэтиленъ (изобутиленъ), триметилметиленъ (изоамиленъ), нормальный бутилэтиленъ (гексиленъ), симметрическій этил- норм. пропилэтиленъ (гептиленъ) и нормальный гексилэтиленъ (октиленъ) при дѣйствіи галоидангидрида уксусной кислоты въ присутствіи галоидныхъ солей алюминія дали отвѣчающіе имъ кетоны: метилвинилкетонъ, метилпропиленилкетонъ и т. д. Ходъ реакціи не зависѣлъ отъ употребленнаго растворителя. Для возможности проведенія этой реакціи требовалось только, чтобы два реактива—до комбинаціи всѣхъ трехъ не могли бы дать реакцію, исключающую возможность дѣйствія ихъ на третій. Благодаря присутствію галоидной соли алюминія получалась возможность реакціи прямого замѣщенія одного атома водорода въ ненасыщенномъ углеродистомъ водородѣ ацетильной группой. Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ строеніе образовавшагося кетона могло быть установлено, въ случаѣ наличности группы $=CH_2$ замѣщеніе происходило именно въ этой группѣ. Какъ ненасыщенный, такъ и кетонный характеръ полученныхъ кетоновъ могъ быть легко констатированъ наиболѣе яркими реакціями. Не всегда близкіе къ теоретическимъ выходы легко объяснялись тѣмъ большимъ числомъ побочныхъ реакцій, которыя возможны между входящими во взаимодѣйствіе компонентами, такъ и между ними и продуктами самой реакціи; что касается общаго хода реакціи, то онъ представится въ такомъ видѣ: олефинъ C_nH_{2n}, выступая во взаимодѣйствіе съ галоидангидридомъ уксусной кислоты въ присутствіи галоидной соли алюминія даетъ кетонъ $C_nH_{2n-1}COCH_3$, дающій, какъ

и всякій кетонъ, комплексное соединеніе съ галоидной солью алюминія, и выдѣляетъ галоидоводородъ. Этотъ галоидоводородъ, соединяясь отчасти съ ненасыщеннымъ углеводородомъ и происшедшимъ изъ него кетономъ, образуетъ галоидозамѣщенный насыщенный кетонъ. Подъ вліяніемъ галоидной соли алюминія происходитъ и полимеризація олефина—съ одной стороны, и реакція вступленія въ него радикаловъ C_nH_{2n+1}—съ другой. Часть галоидангидрида кислоты, реагируя съ галоидной солью алюминія, влечетъ за этой реакціей образованіе комплексовъ—основныхъ соединеній для ацетилацетона. Наконецъ и самъ растворитель, подъ вліяніемъ условій реакціи, иногда даетъ сложные комплексы съ галоидной солью алюминія и галоидозамѣщенными параффинами. Послѣ разложенія всѣхъ комплексныхъ соединеній водой простая перегонка съ водянымъ паромъ и послѣдующее фракціонированіе даетъ возможность выдѣлить и изучить полученный среди другихъ побочныхъ соединеній кетонъ. Итакъ, по самому свойству олефиновъ и вводимыхъ въ реакцію галоидангидридовъ уксусной кислоты эта реакція Фриделя-Крафтса, въ приложеніи къ олефинамъ, не можетъ идти по одному только направленію, но самое существо ея—замѣщеніе водорода ацетильной группой—отъ этого не мѣняется, а поэтому мы должны признать ее реакціей одинаково общей всѣмъ тѣмъ углеродистымъ водородамъ, гдѣ имѣются группы $CH=$ или $CH_2=$, независимо отъ того, явно ли сказывается наличность двойной связи или нѣтъ.

Ueber die Einwirkung der Essigsäurehaloidanhydride auf ungesättigte Kohlenwasserstoffe bei Gegenwart der Aluminiumhalogenide.

(Résumé.)

Das Verfahren beruht sich auf möglichst gleichzeitigem Zusammenbringen aller 3 Reactionskomponente. Um die mögliche Bildung der Additions-resp. Umsetzungsprodukte von je 2 Komponente zu verhindern arbeitet man zuerst bei möglichst tiefen Temperaturen. Nöthigenfalls (z. B. bei den Versuchen mit Isobutylen) versetzt man die Reaktionmischung mit Aluminiumbromid auch in Schwefelkoh-

lenstoff-Lösung. Als Lösungsmittel diente grösstentheils der reine sorgfältig getrocknete Schwefelkohlenstoff. Bei den Arbeiten mit Propylen und Aethylen brauchte ich auch das käufliche Petroleumhexan, das ich zuerst von ungesättigten und cyclischen Verbindungen durch Behandeln mit Kaliumpermanganatlösung und nach sorgfältigem Trocknen mit Acetylchlorid und Aluminiumchlorid bei mässiger Wärme befreite. Die Vorversuche zum Ausarbeiten eines solchen Verfahrens für gasförmige Kohlenwasserstoffe wurden mit Cyclopropan gemacht.

1. *Cyclopropan* $\begin{matrix} CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{matrix}\!\!>\!CH_2$ (aus sehr reinem 1. 3. Dibrompropan von sp. Gew. 1,9815 bei 19°, 75%-tigem Alkohol und Zinkstaub) gab bei der Einwirkung des Aluminiumbromids und Acetylbromids (Verhältniss der reagierenden Stoffe war $3\,C_3H_6 : 3\,CH_3COBr : 4\,AlBr_3$) in Schwefelkohlenstoff-Lösung ein ungesättigtes Keton C_5H_8O, das sich mit Lipp'schem Aethanoylcyclopropan nicht identisch verhielt. $K_{751} = 103° - 104°$; $d\frac{19}{4} = 0{,}8548$; $n_D = 1{,}4253$; $MR = 25{,}11$. Sein Semikarbazon schmilzt bei 169,° 5—170°. Das aus diesem Semikarbazon mit verdünnter Salzsäure gewonnene Keton—C_5H_8O—siedete bei 96°—97° (Barometerstand—740 mm.); $d\frac{25}{4} = 0{,}8585$; $n_D = 1{,}4240$; $MR = 24{,}91$. Dieses neue Keton polymerisirt sich ausserordentlich leicht und giebt dabei eine ganz farblose, Agar-Agar ähnliche, in üblichen Lösungsmitteln unlösliche Gelatine. Sein Semikarbazon schmiltzt bei 177°—178°. Ausbeute des ersten Ketons beträgt 15—20% der Theorie.

2. *Propylen*, $CH_3 - CH = CH_2$ (aus 1.2 Dibrompropan, 75%-tigem Alkohol und Zinkstaub oder aus 1-Iodpropylen und Zink) wirkt auf Acetylbromid bei Gegenwart des Aluminiumbromids in Schwefelkohlenstoff ($3\,C_3H_6 : 3\,CH_3COBr : 4\,AlBr_3$) oder Petroleumhexan ($3\,C_3H_6 : 3\,CH_3COBr : 2\,AlBr_3$) Lösung ein. Nach Zersetzen des Reaktionsproduktes mit Eis und Eiswasser und nachfolgender fractionirter Destillation mit Wasserdampf aus stark alkalischer Sodalösung wird ein ungesättigtes Keton C_5H_8O erhalten. $K_{741} = 122° - 123°$. $d\frac{20}{4} = 0{,}8624$; $n_D = 1{,}4350$; $MR = 25{,}41$. Sein Semikarba-

zon schmilzt bei 142°. Das gewonnene Keton ist mit Claisenschem 2—Pentenon — CH_3 — CO — CH = CH . CH_3 — aus 2. 4. Pentanolon identisch.

3. *Isobutylen* $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=CH_2$ (aus 2-Hydroxymethylpropan und entwässerter Aethandisäure) giebt mit Acetylchlorid und Aluminiumbromid (Verhältniss der reagirenden Stoffe 3 C_4H_8 : 3 CH_3COCl : 2 $AlBr_3$) nach üblicher Behandlung des Reaktionsproduktes ein ungesättigtes Keton $C_6H_{10}O$. $K_{750} = 129^0, 5—130^0$; $d\frac{19}{4} = 0,86265$; $n_D = 1,4445$; $MR = 30,21$. Sein Semikarbazid schmilzt bei 160° (unscharf) Ausbeute des rohen Produktes beträgt gegen 30% der möglichen theoretischen. Das Keton ist mit 2-Methyl-2-Pentenon $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=CH-CO-CH_3$ aus Aceton und Salzsäure identisch.

4. *Trimethyläthylen* $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=CH-CH_3$ (aus 2-Brom-3-Methylbutan und alkoholischer Kaliumhydroxydlösung oder aus Kahlbaumschem 3-Hydroxy-3-Methylbutan und nicht vollkommen getrockneter Aethandisäure) in Schwefelkohlenstoff gelöst reagiert bei sehr schwachem Erwärmen mit Acetylchlorid und Aluminiumchlorid (2 C_5H_{10} : 2 CH_3COCl : $AlCl_3$) und giebt ein ungesättigtes Keton $C_7H_{12}O$, dessen Semikarbazid bei 178°—180° (rasch erhitzt bei 176°) schmilzt. $K_{743} = 144^0—145^0$; $d\frac{18}{4} = 0,8716$; $n_D = 1,4378$; $MR = 33,72$. Ausbeute—20% der Theorie—wird nicht besser, wenn man den bei der Reaktion bildenden Haloidwasserstoff durch einen Strom irgend welches indifferentes Gases (Wasserstoff) fortschafft.

Dasselbe Keton wird erhalten, wenn man Aluminiumchlorid durch Aluminiumbromid ersetzt. Das Keton ist mit I. Kondakoffschem 2. 3. Dimethyl-2-Pentenon $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=C<\begin{matrix}CH_3\\COCH_3\end{matrix}$ identisch.

5. Aus 4-β-*Hexylen*—, $CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-CH_3$, —$K_{744}=67^0,1—67^0,2$; $d\frac{18}{4}=0,6849$; $n_D=1,3972$ und $MR=29,52$ (aus Mannit, Iodwasserstoffsäure und rothem Phosphor) wird bei Zusammenbringen mit Acetylchlorid und Aluminiumchlorid (3 C_6H_{12} :

$3\,CH_3COCl : 2\,AlCl_3$) in Schwefelkohlenstoff-Lösung ein ungesättigtes Keton $C_8H_{14}O$ erhalten. Das Keton (aus seinem Semikarbazid von Schmelzpunkt 148°—149° und verdünnter Schwefelsäure) zeigt bei 749 mm. einen Siedepunkt von 171° — 172°. $d\frac{19}{4} = 0{,}8623$; $n_D = 1{,}4520$; $NR = 39{,}42$. Ausbeute—gegen 30% der Theorie. Mit dem anderen isomeren Hexylen-Tetramethyläthylen

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > C = C < \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$$

misslang die Reaktion.

6. Der benutzte Kohlenwasserstoff C_7H_{14} wurde aus sehr reinem

$$\left(K_{767} = 154^0{,}5;\ d\frac{20}{4} = 0{,}81835;\ n_D = 1{,}4205;\ MR = 35{,}91\right)$$

4-Hydroxyheptan $(C_3H_7)_2CH.OH$ durch mässiges Erwärmen seines Iodids mit alkoholischer Kaliumhydroxydlösung dargestellt. Das gewonnene *4-Heptylen* $C_3H_7 - CH = CH - C_2H_5$($K_{746} = 95^0{,}6$; $d\frac{20}{4} = 0{,}7005$; $n_D = 1{,}4035$ und $MR = 34{,}17$) oxydirt sich ausserordentlich leicht bei Luftzutritt. Sein Bromid 4. 5 Dibromheptan—$C_3H_7CHBr—CHBrC_2H_5$ siedete *in vacuo* (15—16 mm.) bei 107°; $d\frac{16{,}5}{4} = 1{,}5250$; $n_D = 1{,}5035$; $MR = 50{,}05$. Mit Aluminiumchlorid und Acetylchlorid in Schwefelkohlenstoff-Lösung ($3\,C_7H_{14} : 3\,CH_3COCl : 2\,AlCl_3$) behandelt, gab dieses Heptylen ein ungesättigtes Keton $C_9H_{16}O$. $K_{746} = 189^0 - 190$; $d^{19}/_4 = 0{,}86105$; $n_D = 1{,}4521$ und $MR = 43{,}87$. Sein Semikarbazon aus Benzol umkrystallisirt schmolz bei 157°. Ausbeute des Ketons—40% der Theorie.

7. *Oktylen* $CH_3(CH_2)_5CH = CH_2$ (aus Kahlbaumschem 2-Hydroxyoktan und Phosphortrichlorid oder aus 2-Hydroxyoktan und nicht vollkommen entwässerter Aethandisäure) gab mit Acetylchlorid und Aluminiumchlorid (Verhältniss der reagierenden Stoffe $2\,CH_3COCl : C_8H_{16} : AlCl_3$) das erwartete ungesättigte Keton $C_{10}H_{18}O$ — 7-Dekenon — $CH_3(CH_2)_5CH = CH — COCH_3$. $K_{38} = 120^0$—122°. $d\frac{24}{4} = 0{,}8681$; $n_D = 1{,}4513$; $MR = 47{,}78$. Ausbeute gegen 40% der Theorie. Sein Semikarbazon schmilzt bei 149°.

8. Reines Petroleumhexan sättigte ich bei —10°— —12° mit

wohlgetrocknetem *Aethylen* (aus reinem 1. 2. Dibromäthan und Zink), die Lösung brachte ich mit möglichst fein gepulvertem Aluminiumchlorid zusammen ($3\,C_2H_4 : 3\,CH_3COCl : 4\,AlCl_3$) und liess in die Mischung tropfenweise Acetylchlorid hineinflissen, bei fortwährendem Durchleiten des Aethylens. Nach mehrstündigem Stehenlassen (15 Stunden bei —2° und dann 10 Stunden bei Zimmertemperatur) von Anfang der Reaktion mit Raabescher Wasserturbine tüchtig und kräftig gerührt, entwickelte die Reaktionmischung keinen Chlorwasserstoff mehr, und war deshalb mit eiskalter Sodalösung und Eis bei üblichen Vorsichtsmassregeln zerlegt. Nach wiederholter Destillation mit Wasserdampf aus alkalischer Sodalösung und darauf folgendem Aussalzen des Destillates mit Ammoniumsulfat konnte ich ein Paar winzige Tropfen (aus 12—14 Liter Aethylen) bekommen, die wie das gesuchte ungesättigte Keton sich verhielten. Dasselbe Resultat erhielt ich mit Aluminiumbromid und Acetylchlorid in Schwefelkohlenstoff-Lösung.

Das Keton—C_4H_6O, Butenon—$CH_3—CO—CH=CH_2$—stellt ein wasserhelle, bewegliche Flüssigkeit von durchdringendem Geruch, der sehr an den Allylalkohol erinnert, aber etwas schärfer und ätzender ist, dar. Die Flüssigkeit ist sehr leicht in Wasser löslich und sehr unbeständig. $K_{756} = 78°—80°$; $d\frac{20}{4} = 0{,}8636$; $n_D = 1{,}4086$; $MR = 20{,}02$. Sein Semikarbazon schmilzt bei 140°—141°.

9. Als Produkte der Nebenreaktionen konnte ich die haloidsubstituirte gesättigte Kohlenwasserstoffe $C_nH_{2n+1}X$ isoliren und die Anwesenheit von haloidsubstituirten gesättigten Ketonen $C_nH_{2n}X\,COCH_3$ beweisen.

10. Falls vor der Hauptreaktion mit allen 3 Komponenten nur zwei Stoffe aufeinander wirken, so bekommt man gewöhnlich in allen Lösungsmitteln (Schwefelkohlenstoff, Petroleumhexan, Chloroform gar) nur kondensirte ungesättigte Kohlenwasserstoffe resp. 2. 4. Pentandion.

11. Bei allen eben beschriebenen Reaktionen kann man in $CH_2=$ oder $—CH=$ Gruppe der ungesättigten Kohlenwasserstoffe ein Atom Wasserstoff durch Acetylgruppe—CH_3—CO—ersetzen und ungesättigte Ketone $C_nH_{2n-1}COCH_3$ in ziemlich schwankender Ausbeute darstellen.

Zur Entwickelung der Kopfnerven der Vögel.

Ein Beitrag zur Morphologie des Nervensystems der Wirbeltiere.

Von

J. Belogolowy,

aus d. Inst. für vergl. Anat. der Universität Moskau.

Mit 9 Taf.

Als Aufgabe der vorliegender Arbeit stellte ich mir eine möglichst vollständige und allseitige Vergleichung der eigenartigen Züge in der Entwickelung der einzelnen Nerven, in der Absicht einerseits deren morphologische Bedeutung und andererseits, das Wesen der Histogenese der peripheren Nerven nach Möglichkeit aufzuklären. An keine dieser beiden Aufgaben habe ich mich ausschliesslich gehalten, da meine Absicht in einem möglichst allseitigen Studium der Entwickelungsgeschichte des peripheren Nervensystems bestand. Nur von einer solchen, nach Möglichkeit alle spezifischen Seiten im Bau der Nerven berücksichtigenden Fragestellung schien es mir möglich eine Aufklärung der Grundzüge des Baues der peripheren Nerven oder, mit andern Worten, die Lösung solcher bis heute noch streitiger Fragen zu erwarten, trotzdem nach der Meinung einer Autorität wie Fürbringer, die Beilegung dieses Streites erst von solchen Fortschritten der mikroskopischen Technik zu erwarten ist, die uns unstreitbare, augenscheinliche Tatsachen in die Hand giebt. Bis dahin müssen wir uns, nach Ansicht dieses Gelehrten, wohl mit mehr oder weniger begründeten Wahrscheinlichkeiten begnügen.

Diese Ansicht über die Möglichkeit, an die Lösung dieser Fragen ohne Zuhülfenahme irgend neuer technischer Handgriffe, sondern nur durch ein weitgehendes Studium der einzelnen Nerven und deren gegenseitige Vergleichung heranzutreten, gründet sich auf der deutlich hervortretenden Abhängigkeit der Schlussfolgerungen der betreffenden Autoren von der Wahl der einer oder anderen Nervengruppe. War die Aufmerksamkeit des Forschers hauptsächlich den Gangliennerven zugewandt, so neigt sich seine Auffassung der Nervenhistogenese mehr und mehr dem ursprünglichen Zusammenhang und der Nervenbildung auf Kosten der Mesodermzellen oder aber als Mesektodermgradation u. s. w. u. s. w. zu; und umgekehrt, je mehr sich die Aufmerksamkeit auf die motorischen Nerven konzentriert, desto entschiedener wird die Existenz dieser Erscheinungen abgeleugnet. Dieser, in den Hauptfragen der Nervenentwickelung besonders scharf ausgeprägte Zusammenhang macht sich, obgleich er in andern, weniger komplizierten Fragen weniger in den Vordergrund tritt, doch auch hier bis zu einem gewissen Grade gelteud, was deutlich auf die Bedeutung und Notwendigkeit eines allerseitigen Studiums des peripheren Nervensystems hinweist. Selbstverständlich tritt dieser Umstand bei den verschiedenen Autoren mit verschiedener Schärfe hervor; im Allgemeinen ist aber zu bemerken, dass diese Schärfe im direktem Verhältniss zur Anzahl der vom Autor untersuchten Nerven steht.

Die die Nervenentwickelung behandelnden kritischen Arbeiten wie z. B. die Fürbringers, weisen denselben Mangel auf, da sie, sich beinahe ausschliesslich auf Litteraturangaben stützend, das Wesen und die Ursachen dieses Zusammenhanges ganz ausser Acht lassen, ja desselben nicht einmal erwähnen und nur bemüht sind durch Befunde der einen Forscher diejenigen ihrer Gegner zu widerlegen. Das Resultat ist natürlich gleich Null und der Streit droht, mehr und mehr in ein abstraktes Gebiet übertragen, endlich in eine rein scholastische Debatte über die wahrscheinliche Richtung der Nervenentwickelung überzugehen. Wenn wir uns andererseits an die Tatsachen halten, welche uns die gegenwärtige mikroskopische Technik bietet, müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass wir im Grunde genommen in denselben eine Reihe vollkommen bestimmter und direkter, in den verschiedenen Nervengruppen mehr oder weniger deutlich ausgeprägter Hinweise besitzen. Ein besonders tiefgehender

Unterschied besteht in dieser Hinsicht zwischen den beiden Hauptgruppen der peripheren Nerven, nämlich zwischen den gangliösen und den ganglienlosen motorischen Nerven. In Bezug auf die ersteren begegnen wir, im Zusammenhang mit den Entwickelungsprozessen der Ganglien und hauptsächlich infolge der Menge der Kerne, welche das Bild der Entwickelung der Nervenstämme mehr oder weniger vollständig verdunkeln, nur gewissen schwachen Andeutungen, die erst durch die Vergleichung mit der Entwickelung anderer Nerven die Bedeutung von Tatsachen gewinnen. Es ist nur natürlich, dass wenn ein sich dem Studium der gangliösen Nerven widmender Forscher auf diese Menge von Zellen stösst, die den in Entwickelung begriffenen Nervenstrang verdunkeln und die Erkenntniss der Entwickelungsphasen verhindern, er die Unmöglichkeit dieses Hinderniss beiseite zu räumen auf den ungenügenden gegenwärtigen Stand der Technik zurückführt; da die Hauptrolle bei der Beobachtung ausserdem dem verdunkelnden Prozess der Ganglienbildung, die mit der Entwickelung des Nervenstammes nichts gemein hat, zukommt, so kann der Untersucher leicht zu solchen Ergebnissen gelangen, die denen der sich ausschliesslich mit den motorischen Nerven befassenden Forscher gerade entgegengesetzt sind. Bei der Entwickelung der ganglienlosen Nerven tritt uns gerade die entgegengesetzte Erscheinung entgegen; hier begegnen wir auch bei dem gegenwärtigen Stande der Technik durchaus handgreiflichen und überzeugenden Tatsachen, welche dank dem erwähnten Umstande mit einem ganz anderen Prozess als im ersteren Falle in Zusammenhang stehen und deshalb den Forscher zu anderen Schlussfolgerungen führen.

Die an die mikroskopische Technik gestellte Anforderung endlich, das Vorhandensein eines ursprünglichen Zusammenhanges zu widerlegen, welche die indirekten, aus einer ganzen Reihe von die Existenz eines solchen Zusammenhanges entschieden widerlegenden Daten der Entwickelungsgeschichte der motorischen Nerven hervorgehenden Hinweise für ungenügend erklärt, beschränkt sich im Grunde genommen auf ein Verwerfen aller Tatsachen, welche gegen diesen Zusammenhang sprechen, in Erwartung solcher, die dieselbe bestätigen, was nach Meinung dieser Gelehrten von der neuen mikroskopischen Technik unbedingt zu erwarten ist. Da auf diese Weise alle konkreten Tatsachen verworfen werden und ab-

strakte Thesen die entscheidende Rolle spielen, so wird die Frage in das der Naturwissenschaft durchaus fremde Gebiet des deduktiven Denkens übertragen.

Derartige Anforderungen an die Vervollkommnung der Technik müssen als entschieden übertrieben angesehen werden, und das eingehende Studium der langen Reihe von Tatsachen muss uns die Möglichkeit geben bei der Lösung der Grundfragen der Entwickelung festeren Boden zu fassen.

Alle diese Umstände veranlassten mich zu einem Versuche eine umständliche, möglichst vollständige Untersuchung der Entwickelung der peripheren Nerven bei irgend einer Klasse der Wirbeltiere zu unternehmen, wobei ich mir vornahm eine Spezialisierung auf irgend einer Nervengruppe nach Möglichkeit zu vermeiden und eine möglichst weitgehende kritische Vergleichung der Erscheinungen, welche die Entwickelung einzelner Nerven begleiten, durchzuführen. Da ich von der Ansicht ausging, dass das Wesen des Entwickelungsprozesses bei allen Nerven das gleiche ist und nur in den Einzelheiten variiert, welche von der Funktion und Lage derselben abhängen, die den einzelnen Nerven einen ganz spezifischen Charakter verleihen, der häufig gewisse Grundzüge im Bau der Nerven scharf hervorhebt, so hoffte ich durch eine weitgehende Vergleichung dieser, für die einzelnen Nerven charakteristischen Züge an die Aufklärung des allgemeinen Entwickelungsplanes der peripheren Nerven herantreten zu können.

Ein sehr dankbares Material lieferten für eine solche Arbeit Vögelembryonen. Die Leichtigkeit sich ein reiches Material mit einer grossen Anzahl von Uebergangsstadien, was für das Studium der Entwickelung des Nervensystems von besonders grosser Bedeutung ist, zu verschaffen, ebenso wie gewisse histologische Eigenarten und das Fehlen von Dotterkörnern, deren Menge die embryologische Untersuchung bei gewissen Wirbeltieren höchst erschweren, veranlassten mich zu dieser Wahl. Bestimmend wirkte auf meine Wahl auch die diesbezügliche Litteratur, die lediglich durch die sorgfältige Arbeit *Goronowitsch*'s über die Entwickelung der Ganglienleisten und Gangliennerven und die unlängst erschienene Arbeit *Carpenter*'s über die Entwickelung des N. oculomotorius beim Hühnchen repräsentiert wird.

In diesen beiden Arbeiten kommen die Ansichten und Methoden

der beiden entgegengesetzten Auffassungen der Entwickelung der peripheren Nerven besonders scharf zum Ausdruck, und die Existenz zweier höchst sorgfältiger Arbeiten, die jedoch zu diametral entgegengesetzten Resultaten gelangen, erleichterte natürlich die Ausarbeitung der Ergebnisse bedeutend.

Als Hauptmaterial dienten mir Hühnerembryone, da diese zu jeder Jahreszeit leicht zu verschaffen sind. Andere Arten habe ich infolge der Unmöglichkeit ein genügend vollständiges Material zu erhalten, nur wenig zu Rate gezogen, weshalb ich mich derselben nur zum Vergleich bei Aufklärung gewisser morphologischer Fragen bediene.

So besteht also die Aufgabe meiner Arbeit in der Aufklärung der Histogenese der einzelnen Nerven, einer möglichst eingehenden Vergleichung der dabei festgestellten Tatsachen zur Erklärung des allgemeinen Entwickelungsganges des peripheren Nervensystems und, endlich, in der Vergleichung derselben Daten zur Aufklärung der relativen morphologischen Bedeutung der Nerven. Diese Grundzüge bestimmten den Plan meiner Arbeit, der allgemeinen Schilderung der Nervenentwickelung und der am Schluss ganz selbständig behandelten Ergebnissen und Schlussfolgerungen.

Am Schlusse dieses Vorworts halte ich es für meine Pflicht Herrn Professor Doktor Menzbier meinen innigsten Dank für die freundliche Teilname, die er mir bei meiner Arbeit erwies, auszusprechen, ebenso wie der Kaiserlich Moskauer Naturforschergesellschaft, welche den Verlag dieses Buches übernommen hat.

Allgemeiner Teil.

Als Ausgangspunkt meiner Arbeit muss die Bildung des Mesodermblattes beim Hühnerembryo dienen, da wir, meiner Ansicht nach, erst dann imstande sein werden einen kritischen Einblick in die Anteilnahme des Mesoderms an der Bildung der Nerven und Ganglien zu haben, wenn wir über die Entwickelungsgeschichte des Mesoderms Klarheit gewonnen haben werden.

Die Untersuchung von Hühnerembryonen im Moment der Ausscheidung des Mesodorms weist darauf hin, dass wir hier das innere und mittlere Keimblatt nur bedingungsweise als selbständige Bildungen hervorheben können. Anfangs haben wir es nur mit einer Menge neutraler Embryonalzellen zu tun, aus denen sich allmählich das äussere Blatt herausdifferenziert. Die Bildung dieses Blattes umfasst beinahe das ganze Zellenmaterial und lässt nur eine verhältnissmässig unbedeutende Anzahl freier Zellen übrig. Der auf Fig. 1, Taf. I dargestellte Schnitt durch ein Embryo giebt das zu dieser Zeit beobachtete Bild wieder. Wir erkennen hier das in seinen äusseren Teilen schon die typische Struktur aufweisende Ektoderm als kompaktes, aus länglichen zusammengedrückten Zellen, deren Längsaxen einander parallel liegen, bestehendes Gewebe. An der Innenseite zeigt dasselbe keine bestimmte Abgrenzung und wir bemerken hier eine bedeutende Anzahl von Zellen, welche den Uebergang vom Ektoderm zur indifferenten Masse von Embryonalzellen bilden. Anfangs lässt es sich schwer entscheiden, ob diese Zellen einer Auswanderung aus dem Ektoderm nach den inneren Teilen des Embryos infolge einer durch bessere Ernährung veranlassten energischen Vermehrung der Zellen der äusseren Schicht ihren Ursprung verdanken, oder aber, ob sie den Ausscheidungsprozess des Ektoderms abschliessen. Später aber, wenn ersterer Prozess schon völlig beendet ist, lässt sich leicht die Richtung der

Migration aus dem Mesoderm nach dem Ektoderm wahrnehmen. In dieser Entwickelungsperiode begegnen wir keinerlei Anzeichen einer Herausdifferenzierung des Ektoderms als selbständiges Blatt.

Am längsten dauert die Zellenmigration im Zentrum des Keimblattes, an den Wänden der Primitivrinne, welche, meiner Ansicht nach, von der Nervenrinne als selbständige Bildung sehr schwer zu trennen ist, da beide Gebilde in engster Beziehung zueinander stehen und unmittelbar ineinander übergehen. Fig. 2 Taf. I zeigt uns die spätere Entwickelung der Keimblätter. Hier hat sich schon am Ektoderm, an den Seitenteilen desselben, eine Grenze gebildet, welche an den Wänden der Primitivrinne, die sich hier schon zu einer Nervenrinne mit typisch verdickten Wänden ausbildet, jedoch noch fehlt. Besonders deutlich tritt dies am Boden der Rinne hervor, während zur Umfaltung der Wandungen hin die Grenze zwischen Ektoderm und Mesoderm allmählich immer deutlicher wird. Doch selbst in den seitlichen Partien des Ektoderms begegnen wir Zellengruppen, welche aus einem Blatte in das andere übergehen.

Das Fehlen des Entoderms und einer bestimmten, das Blastoderm vom Dotter trennenden Grenze weist, meiner Ansicht nach, auf die Möglichkeit einer Fortdauer der Zellbildungsprozesse im Dotter hin. Es ist höchst wahrscheinlich, dass diese Zellelemente noch für die Wachstumsprozesse des Ektoderms verwandt werden. Darauf weist, meiner Ansicht nach, der Umstand hin, dass der Migrationsprozess gerade in dem Teile des Embryos am längsten dauert, wo das Ektoderm am mächtigsten zur Entfaltung kommt, nämlich an den Wänden der Primitivrinne. Hier haben wir es augenscheinlich mit dem Prozess der Ausscheidung einer mächtigen Ektodermschicht zu tun, welcher die Wandungen des Neuralrohres ihre Entstehung verdanken. Deshalb halte ich den Hinweis auf die Entstehung der Primärleisten durch intensive Vermehrung der Ektodermzellen in den Wandungen der Primitivrinne für wenig begründet.

So muss denn der Bildungsprozess des Mesoderms anfangs hauptsächlich dem unverbrauchten indifferenten embryonalen Zellenmaterial, welches durch fortwährende Neubildung vom Dotter aus ersetzt wird, zugeschrieben werden; so kann also bis jetzt nur von zwei Geweben die Rede sein—einem äusseren, ektodermalen und einem indifferenten, embryonalen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass das Ektodermgewebe noch keine typischen Eigenschaften ange-

nommen hat, weshalb die Möglichkeit lokaler Rückmigrationen der verdrängten Zellen angenommen werden dürfte.

Eine sehr interessante Illustration dieses Prozesses bietet die Bildung der Chorda, welche zur Zeit des Auftretens der ersten Somiten eintritt. Auf ihre Entwickelung werden wir in Anbetracht ihrer grossen Bedeutung für die allseitige Beleuchtung des Bildungsprozesses der Keimblätter, etwas näher eingehen müssen. Eine grosse Bequemlichkeit bietet in dieser Hinsicht die Möglichkeit alle Stadien ihrer Bildung an einem einzigen Embryo zu verfolgen. Von vorn nach hinten fortschreitend entrollt sich uns allmählich das ganze Bild ihrer Entwickelung.

Wenden wir uns zuerst dem Schnitt 216 durch ein Embryo mit zwei Somiten, welcher auf Fig. 7 Taf. I dargestellt ist, zu.

Wir haben hier das typische Bild, welches den Hühnerembryonen auf Schnitten durch die Primitivrinne in dem Moment, wo die Sonderung des Ektoderms an den Wandungen der letzteren und zum Teil sogar an den Seitenplatten noch nicht ihren Abschluss erreicht hat, eigen ist, vor uns. Der grösste und wesentlichste Unterschied besteht darin, dass das Entoderm hier in Form in die Länge gezogener, aneinander haftender und eine deutliche Grenze zwischen Blastoderm und Dotter bildender Zellen auftritt. Uebrigens ist auf den am weitesten kaudal liegenden Schnitten noch kein Entoderm zu erkennen. Im Uebrigen ist das Bild dasselbe. Sowohl hier, als dort, sehen wir das an den Seiten abgegrenzte Ektoderm mit Zellen, die noch im Uebergange begriffen sind und die Grenze des Ektoderms zu durchbrechen scheinen. An den Wandungen der Primitivrinne dagegen finden wir in vollem Masse die frühere Unbestimmtheit der Grenze zwischen beiden Blättern wieder. Von gewissen Forschern werden die sich hier bildenden Zellgruppen, die als Auswüchse der Primitivrinne erscheinen, unter dem Namen Primärleisten unterschieden und als Derivat des Ektoderms angesehen. Auch als auf eine der Bildungsquellen des Mesoderms der Vögel wurde auf dieselben hingewiesen. Die, solchen Zellen eigene, bedeutendere Grösse und abgerundete Form gab zu diesem Schlusse Anlass. Doch halte ich es für richtiger, die letztere Eigenart dem Umstande zuzuschreiben, dass sie in bedeutenderem Masse die ursprünglichen Charaktere, welche indifferenten Embryonalzellen eigen sind, heibehalten haben. Tatsächlich kann man sich hier schon

davon überzeugen, dass, abgesehen von der Ausscheidung des Entoderms, die Mesodermzellen hier bereits ihre typische Sternform annehmen, wodurch die primären Embryonalzellen um so deutlicher zutage treten. Da hier aber bereits eine bestimmte, das Embryo vom Dotter trennende Grenze vorhanden ist, so kann der Neubildungsprozess der Zellen auf Kosten des letzteren hier nicht mehr stattfinden, und wir haben es hier ausschliesslich mit inneren Differenzierungsprozessen der Gewebe zu tun, in die sich nur schwer ein Einblick erlangen lässt. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit nochmals den gegenseitigen Beziehungen der Blätter an dem betreffenden Schnitt zu, so gelangen wir zu dem oben angeführten Schlusse, dass wir es nämlich auch hier mit dem Ende des ursprünglichen Differenzierungsprozesses der Keimblättern aus dem indifferenten Embryonalgewebe zu tun haben. Gegen die von einigen Autoren angeführte Entstehung der Primärleisten aus dem Ektoderm der Primitivrinne spricht, ausser der Aehnlichkeit ihrer Zellen mit indifferenten Embryonalzellen, auch noch die gleich intensive, wenn nicht noch bedeutendere Vermehrung ihrer Zellen im Vergleich zu denen der äusseren Ektodermschichten. So scheint es mir denn, dass die Migration hauptsächlich zum Ektoderm hin stattfindet und dass nur die äusseren Zellenschichten der Primärleisten und stellweise vielleicht auch die aus den Seitenteilen des Ektoderms auswandernden vereinzelten Zellen am Wachstum des mesodermalen Mesenchyms teilnehmen. Die Hauptrolle im Wachstum des letzteren kommt aber, wie mir scheint, der eigenen Vermehrung und besonders der intensiven Teilung der indifferenten Zellen der Primärleisten, die sich dem Mesenchym anschliessen, zu.

Bei Betrachtung der dem eben geschilderten unmittelbar nach vorn sich anschliessenden Schnitte lässt sich eine allmähliche Abnahme der Primärleisten beobachten. Gleichzeitig schwindet nach und nach auch die eben erwähnte, für dieselben typische Struktur. Andererseits kommt die typische Struktur des Ektoderms in den Wandungen der Rinne immer schärfer zum Ausdruck, wie wir dies aus Fig. 6 Taf. I, die einen der Uebergangsstelle der Primitivrinne in die Nervenrinne entnommenen Schnitt darstellt. Wenn wir diesen Schnitt mit dem vorhergehenden vergleichen, so erkennen wir auf demselben das bereits völlig ausgebildete Ektodermgewebe in den Wandungen der Rinne, wenigstens in den äusseren Schichten

derselben. Was nun die innere Grenze der Rinne anbetrifft, so existiert hier noch immer keine bestimmte Grenze zwischen dem Ektoderm ihrer Wandungen und dem umgebenden mesodermalen Mesenchym, obgleich sich hier auch ein sehr bedeutender Unterschied in dem Gewebe derselben nachweisen lässt. Unabhängig von dem Verschwinden der Primärleisten haben sich die teils aus den letzteren entstandenen Mesenchymzellen um den Boden der Rinne in, ihren Wänden parallelen, Kreisen gelagert. Von aussen nach innen wird die Regelmässigkeit in der Anordnung der Kreise allmählich gestört, und nach und nach tritt die typische Ektodermstruktur auf. Ebenso schwindet die konzentrische Lagerung auch nach aussen hin durch den allmählichen Uebergang in das typische Mesenchymgewebe. So erscheint denn hier als wesentlicher Unterschied, neben der grösseren Differenzierung des Ektoderms, das Auftreten einer Zwischenschicht von Zellen, welche eine konzentrische Anordnung aufweisen und, aller Wahrscheinlichkeit nach, teils den indifferenten Embryonalzellen der Primärleisten, teils aber dem mesodermalen Mesenchym ihren Ursprung verdanken, worauf das Vorhandensein von Uebergängen zwischen denselben hindeutet.

Weiter nach vorn begegnen wir den späteren Phasen dieses Prozesses, der endlich eine bedeutende Mächtigkeit erlangt, wie sich dies auf dem 140 Schnitte auf Fig. 5 Taf. I erkennen lässt. Hier macht sich eine bedeutende Verdickung der konzentrischen Zellenschichten und in ihrem Zentrum die beginnende Ausscheidung eines spezifischen Gewebes—der Anlage der späteren Chorda bemerkbar. Hier lassen sich folgende Veränderungen des Gewebes, abgesehen von dem deutlich fortdauernden Uebergangsprozesse der konzentrischen Schichte in das Mesenchym, beobachten. Von den äusseren Schichten zu den inneren hin nehmen die Zellen allmählich, statt der länglichen, der Peripherie des Kreises nach ausgezogenen, eine unbestimmtere Form an und das Gewebe gewinnt eine unbestimmte netzartige Struktur, gleichsam wie durch Zusammenballen plasmareicher Zellen. Dieses Gewebe fasst gerade im Zwischenraume zwischen den konzentrischen äusseren Schichten und dem regelmässig ausgebildeten Ektoderm Stellung, und dies verleiht diesem Zelldistrikt auf den Schnitten eine zum Teil linsenförmige Gestalt mit konkaver oberer und konvexer unterer Seite. Die Enstehung dieses Gewebes aus den konzentrisch angeordneten Zellen unter-

liegt keinem Zweifel, obgleich das Vorhandensein eines allmählichen Ueberganges zum Ektoderm auf die Möglichkeit einer teilweisen Bildung auch aus dem letzteren hindeutet. Möglicherweise kommt in diesem Prozesse auch der Anschliessung von Mesenchymzellen eine gewisse Bedeutung zu.

Auf den weiter nach vorn gelegenen Schnitten lässt sich die allmähliche Abnahme des Anschlusses mesodermaler Elemente und die Bildung einer Grenze zwischen dem Ektoderm mit der noch nicht abgegliederten Chorda einer-, und dem Mesoderm andererseits beobachten, wie dies auf der, einen der Schnitte darstellenden, Fig. 4 Taf. I deutlich zu erkennen ist. Dieser Schnitt bietet noch folgende interessante Tatsachen. Während auf den vorhergehenden Schnitten das Fehlen enger Beziehungen zwischen Chordaanlage und Ektoderm nicht dem geringsten Zweifel unterlag, ist auf dem letzteren Schnitt eine innige Verbindung der Chordaanlage mit dem inneren Keimblatte nicht zu verkennen. Gleichzeitig sind auch die konzentrischen Schichten verschwunden und nur stellenweise in Form einzelner Zellen, welche ihre ursprüngliche Lage bewahrt haben, erhalten geblieben. Der ganze übrige Raum wird von dem oben erwähnten netzartigen Gewebe, dessen Zellelemente ihre deutliche Struktur verloren haben, ausgefüllt. Zwischen diesem Gewebe und dem Ektoderm tritt hier eine noch undeutliche und unbestimmte Grenze auf, und ein allmählicher Uebergang, wie wir ihn früher sahen, lässt sich hier nicht mehr erkennen. Mit der Abnahme der Migration des Mesoderms nach dem Ektoderm steht der bedeutender Zuwachs des ersteren im Zusammenhang. Die Zellen desselben, welche jetzt nur in unbedeutendem Masse zur Bildung des Ektoderms beitragen, werden fast ausschliesslich auf das Wachstum des Mesenchyms verwandt.

Rostral von diesem Schnitte begegnen wir bereits einer vollständig abgesonderten Chordaanlage, wie sie die Fig. 3 Taf. I zeigt.

So können wir aus dem Vergleiche dieser Schnitte feststellen, dass die Embryonalzellen ihre primitiven Eigenschaften in der Region der Primärleisten bewahren und dass der Uebergang zwischen den Keimblättern in dieser Region einen dauernden Zustand darstellt. Hier begegnen wir keineswegs dem Formationsprozess des Mesoderms aus dem Ektoderm, sondern vielmehr dem Ende der Herausdifferenzierung der Keimblätter aus indifferentem Embryonalgewebe. Ja noch mehr: wir sind eher berechtigt auf der Entstehung des

Ektoderms aus mesodermalem Mesenchym zu bestehen, worauf die Migration der Zellen nach dem Ektoderm hindeutet. Einen direkten Hinweis auf die Indifferenz der Zellen der Primärleisten bietet der Umstand, dass sowohl das Ektoderm der Nervenrinne, als auch die Chorda, welche sich bereits nach Abgrenzung vom Mesenchym voneinander differenzieren, denselben ihren Ursprung verdanken. Ich bin näher auf diese Verhältnisse eingegangen in anbetracht ihrer grossen Bedeutung für die Charakteristik der gegenseitigen Beziehungen der Keimblätter bei den Vögeln. Indem ich jetzt zur Entwickelung der Nervenrinne bei diesem Embryo übergehe, betone ich nochmals ausdrücklich die, im Verhältniss zum noch wenig spezialisierten Mesoderm ursprünglich untergeordnete Bedeutung des Ektoderms. Ungefähr in demselben Zustande befindet sich das Entoderm, welches als Abgrenzung vom Dotter abgesondert wird.

Beim eben beschriebenen Embryo haben sich an den Seiten der Nervenrinne bereits Wülste gebildet. Ohne mich beim Prozess ihrer Entstehung und Erhebung aufzuhalten, wende ich mich direkt einer äusserst interessanten Bildung, welche als ständige Begleiterscheinung dieser Wülste auftritt, nämlich den lateralen Rinnen, zu.

Mehr als einmal wandte sich die Aufmerksamkeit der Forscher den ektodermalen Papillen zu, die auf einer äusserst frühen Entwickelungsstufe des Embryos in mehr oder weniger regelmässigen Reihen auftreten und welchen einige Autoren sogar eine direkte Anteilnahme an der Bildung der Ganglien zuschreiben. Goronowitsch sieht sie als provisorische Bildungen von keiner morphologischen Bedeutung an, weshalb er nicht genauer auf dieselben eingeht, sondern sich vielmehr mit einer flüchtigen Erwähnung desselben begnügt. Doch verdient die Beständigkeit der Bildung dieser Papillen, oder wie sie richtiger zu nennen wären, Längskämme, ebenso wie gewisse für sie bezeichnende Eigenarten in der Struktur, ein eingehendes Studium.

Betrachten wir auf Querschnitten die oberen Ränder der Nervenwülste, so können wir uns von folgender, für dieselben typischer Struktur überzeugen. Am deutlichsten ist dies am Vorderende des Kopfes zu erkennen, wo infolge der bedeutenderen und schärfer ausgeprägten Erhebung der Nervenwülste sich auch eine schärfere und schroffere Zusammenfaltung des Ektoderms an deren Rändern bemerkbar macht. Infolgedessen lagert sich, wie aus Fig. 8 Taf. I

ersichtlich, das laterale Ektoderm in seinem oberen, der Faltung der Wulstwandungen benachbarten Abschnitt den inneren Wänden dieser Wülste beinahe parallel. In einer gewissen Entfernung von der Faltung biegt sich das laterale Ektoderm abermals scharf um (auf dem vorderen Schnitte fast rechtwinkelig) und nimmt die für seine Seitenteile normale Richtung an.

Auf diese Weise bildet sich zu beiden Seiten der Nervenrinne je eine Längsrinne. Am tiefsten und schärfsten ausgeprägt erscheinen sie im vorderen Abschnitt während sie nach hinten sich verflachen um endlich ganz zu verschwinden. Doch dehnen sich im Zusammenhange mit dem Auswachsen der Nervenwülste auch die sie begleitenden Rinnen nach hinten in die Länge aus.

Abgesehen von der Abnahme der Schärfe der Faltung nähern sie sich nach hinten zu allmählich dem Gipfel der Wülste, so dass die Entfernung zwischen beiden Falten sich nach und nach verringert. Was ihre innere Struktur anbetrifft, so begegnen wir hier sehr interessanten Verhältnissen. Die innere Wand der Faltung der Seitenrinne ragt als scharfe Kante hervor. Dieser Umstand veranlasste mich dieselbe als „Kamm“ zu bezeichnen, da dieser Eigenart eine besondere Bedeutung in der Entwickelung der Ganglienleisten zukommt. Stellenweise tritt dieser Kamm in Form mehr oder weniger scharf ausgeprägter Papillen hervor, wobei letztere jedoch keine regelmässig metamere Anordnung zeigen. Bisweilen fällt die eine oder andere dieser Papillen mit einer ebensolchen der gegenüberliegenden Seite zusammen; doch kann dies keinerwegs als Regel betrachtet werden, wie Goronowitsch bereits richtig bemerkte. Soviel ich aber das weitere Verhalten verfolgen konnte, differenzieren sich die Hörgrübchen aus diesen Rinnen heraus; wir können also in einigen Fällen einer gewissen Regelmässigkeit in der Lage dieser vergrösserten Rinnendistrikte begegnen, da sie anfangs sich auf der Rinne befinden und nur durch ihre Dimensionen hervortreten. Keinerlei eigenartige Struktur giebt zu einer Aussonderung derselben Anlass. Das giebt uns die Berechtigung sie als paarige lokale Vergrösserungen der Rinne anzusehen.

Das Interessanteste an diesen Kämmen ist ihre Verbindung mit der inneren Wandung der Nervenwülste. Stellenweise ist sie in Form einzelner Plasmafortsätze ausgeprägt (Fig. 8 und 10 Taf. I), während an anderen Punkten eine innige Berührung des Kamm-

randes (Fig. 9 Taf. I) mit dem Neuralrohr stattfindet. Das konstante Vorhandensein der einen oder anderen Verbindung mit der inneren Wand der Nervenwülste auf beinahe allen Schnitten weist auf die Existenz eines ganzen Netzes in diesem Bezirk hin, welches den höher gelegenen Teil von dem mesodermalen Mesenchym abgrenzt. Im Zusammenhange damit ist das ständige Fehlen von Mesenchymzellen in dieser Höhlung höchst interessant. Auf keinem einzigen Schnitt aller von mir durchgesehenen Serien liess sich die Anwesenheit von Mesenchymzellen nachweisen. Ursprünglich erschien der ganze Raum oberhalb des Netzes beständig ohne alle Zellenelemente und wurde erst später von den Zerfallprodukten des Ektoderms angefüllt. Auf diese Weise kommt es durch dieses, zwischen den beiden Wandungen der Nervenwülste jeder Seite ausgespannte Netzwerk zur Bildung zweier Längsräume, welche später von den durch den Zerfall des Ektoderms entstandenen Zellen ausgefüllt werden. Später werden wir Gelegenheit haben uns davon zu überzeugen, wie gross ihre Bedeutung in dieser Hinsicht ist.

Ausser der konstanten Verbindung des Kammes des lateralen Ektoderms mit der inneren Wand der Nervenwülste, welche an den Wänden dieser Wülste die Bildung eines dem ersteren entsprechenden Kammes oder einer Faltung veranlasst, treten manchmal noch sekundäre Verbindungen beider Wände, wie wir es auf Fig. 8 und 10 Taf. I sehen, auf. Dieselben sind mehr oder weniger zahlreich, erlangen ober nie die Bedeutung der eben beschriebenen Verbindung des Kammes mit der inneren Wandung. Einige ihrer Eigenarten bieten jedoch ein gewisses Interesse in Bezug auf ihre histologische Struktur, weshalb ich zu deren Beschreibung übergehe. Die Struktur der inneren Wandung der Nervenwülste unterscheidet sich in diesem Stadium keineswegs von derjenigen des lateralen Ektoderms. Die Veränderungen, welche später einen so tiefgehenden Unterschied zwischen ihnen veranlassen, haben noch nicht ihren Anfang genommen, und sowohl die Seitenteile des Ektoderms, als auch die Wandungen der Nervenrinne lassen noch die primitive Struktur, für die die einander dicht genäherten, länglich spindelförmigen Zellen bezeichnend sind, erkennen. Dieselben sind im ganzen senkrecht zur äusseren Oberfläche gerichtet. Das Gewebe der inneren Rinnenwandungen unterscheidet sich hauptsächlich durch eine bedeutende, gegen die Ränder der Wülste hin scharf abnehmende Mächtigkeit.

Neben der lateralen Faltung des Ektoderms macht sich ein interessanter Zusammenfluss der Zellfortsätze dieses Gewebes bemerkbar. Ihr ausgezogenes Plasma geht unmittelbar in die Plasmafasern des oben beschriebenen Netzes über. Ein ungefähr ebensolches, nur bedeutend weniger scharf ausgeprägtes Bild lässt sich auch in den Wänden des Neuralrohres neben dem Befestigungspunkt der Plasmafortsätze erkennen. Ich gebrauche hier das Wort „Befestigung“ im übertragenen Sinne, da mir das gleichzeitige Abgehen von Fortsätzen von der inneren Wand der Nervenwülste äusserst wahrscheinlich erscheint. Ausser der eben angeführten Analogie der Struktur und der Stellung der Zellen im Vereinigungspunkt der Plasmafasern mit der inneren Wandung, weist auch die Struktur der Nebenverbindungen auf ein Austreten von Plasmafasern aus dem Gehirn hin. Die Struktur der sekundären Verbindungen, welche im oberen Teile der Kämme, dort wo sie sich der Umschlagsfalte der Wandungen der Nervenrinne bereits bedeutend genähert haben, beobachten lässt, ist von besonderem Interesse, da wir hier Zellen begegnen, welche sich in einem Uebergangsstadium zwischen der inneren Rinnenwand und dem lateralen Ektoderm befinden, wie dies auf dem Schnitt Fig. 10 Taf. I zu erkennen ist. Derartige Uebergangszellen kommen im hinteren Abschnitt der Rinnen sehr häufig vor.

Eine der wahrscheinlichen Hypothesen über die Entstehung der Nervenwülste steht, meiner Ansicht nach, mit den, durch das Plasmanetz vom umgebenden mesodermalen Mesenchym abgegrenzten lateralen Höhlungen im Zusammenhang, ebenso wie mit der Anwesenheit der Menge von Zellen, welche im Uebergange zwischen den beiden Ektodermwandungen begriffen zu sein scheinen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die Wände der Primitivrinne, nachdem sich bereits ein typisches, verdicktes ektodermales Gewebe ausgebildet hat, noch nach oben auszuwachsen beginnen, ohne sich vordem in zwei Schichten gespaltet zu haben. Nachdem die Ektodermwulst sich schon erhoben hat, beginnt sich dieselbe in zwei Schichten—eine äussere und innere—zu spalten. In den vorhandenen Zwischenzellen haben wir es wahrscheinlich mit solchen zu tun, die noch nicht Zeit gehabt haben, endgültig in die eine oder andere Wandung überzugehen. Auf diese Weise findet die Entstehung mesodermloser Höhlungen ihre Erklärung. Damit hängt wahrscheinlich auch die eintretende, vom Plasmanetz ihren Anfang nehmende,

plötzliche Verdünnung der Wandungen des Neuralrohres, ebenso wie wohl auch dessen bezeichnende scharfe Faltung zusammen. Ich gehe nun zur Beschreibung der Somiten über, ohne mich bei dem betreffenden Embryo länger bei der Entwickelungsgeschichte dieser eigenartigen Bildung, welche eine bedeutende Rolle in der Entwickelungsmechanik des Neuralrohres und eine, wie wir es weiter sehen werden, vielleicht noch bedeutendere bei Entwickelung der Ganglienleisten spielt, aufzuhalten.

Nicht wenig Forscher haben sich um die Feststellung des Vorhandenseins von Kopfsomiten bei den Vögeln bemüht ohne jedoch in dieser Hinsicht zu positiven Resultaten zu gelangen, ebenso wie auch in Bezug auf die übrigen Klassen der Amniota. Die Behauptung Van Wijhe's über das Vorhandensein bei verschiedenen Vögeln von mehr oder weniger deutlich ausgeprägten, den von ihm für den Haifisch nachgewiesenen homologen, vorderen Kopfsomiten, fand durch spätere Autoren keine Bestätigung. Andererseits stellten diese Untersuchungen die Entwickelung von Kopfsomiten im hinteren Kopfabschnitt fest.

Die zwischen den einzelnen Forschern herrschenden Meinungsverschiedenheiten in Bezug auf die Anordnung derselben können nicht als besonders wesentliche angesehen werden. Der Schwerpunkt derselben liegt hauptsächlich in der Annahme einer verschieden grossen Anzahl der rostral von dem zuerst auftretenden entstehenden Somiten, was denselben entsprechend entweder als Rumpfsomit, oder als Kopfsomit erscheinen lässt.

Goronowitsch und Platt sind geneigt denselben als Kopfsomiten aufzufassen, indem sie behaupten, dass sich vor demselben ein prootischer und ein metaotischer Somit entwickelt. Chiarugi weist andererseits auf die Zugehörigkeit des ersten Somiten zum Rumpf hin, da derselbe, seiner Ansicht nach, einem typischen Rumpfmyotom den Ursprung giebt; er nimmt an, dass sich vor demselben vier Kopfsomiten entwickeln, darunter ein prootischer. Folgende Gründe hindern mich daran der einen oder anderen Meinung beizustimmen.

Die ersten Somiten kommen bei den Vögelembryonen in einer so frühen Entwickelungsperiode zur Anlage, dass wir keine Anhaltspunkte haben, um ihre Lage bestimmt zu präzisieren. Weder hat sich das Hörgrübchen herausdifferenziert, noch die Medullarscheibe

bestimmte Konturen, wie wir sie beim Haifisch erkennen können, angenommen, was uns hier einen Anhaltspunkt zur genauen Bestimmung der Lagebeziehung des Somiten zu diesen Gebilden bieten könnte. Andererseits begegnen wir bei keinem Embryo vor dem ausgebildeten Somit einem entwickelten Komplex von zwei, drei und mehr Somitanlagen, entsprechend der von den Autoren angeführten Anzahl der sich vorne bildenden Somiten. Die Forscher weisen auf eine nur sehr allmähliche Bildung und Auftreten der Somitenanlagen vorne hin, weshalb wir es stets mit einem, voraussichtlich vor dem ersten sich differenzierenden Somiten, entwickelnden und sich von letzterem in nichts unterscheidenden Somiten, und mit einer, vor diesem liegenden Anlage eines andern zu tun haben. Ich wiederhole ausdrücklich, dass wir über keinerlei präzises Kriterium zur Bestimmung, ob wir es mit einem neuen, später vor dem ersten angelegten Somiten zu tun haben, oder ob wir in Wirklichkeit wieder nur den ersten, in Entwickelung begriffenen Somiten vor uns haben, verfügen; die Entscheidung dieser Frage hängt in bedeutendem Masse von den subjektiven Annahmen des Forschers ab. Zu den Schwierigkeiten dieser Frage muss noch der Umstand hinzugefügt werden, dass sich im Vorderabschnitt des Kopfes die Anwesenheit einer grossen Zahl von Ausstülpungen des Coëloms bemerkbar macht, die vorne eine unregelmässige, nach hinten aber, sich dem Rumpfe nähernd, eine paarige Anordnung zeigen. Zugleich weisen diese hinteren Ausstülpungen des Coëloms das typische Aussehen der Vogelsomiten, mit deren charakteristischer radialer Zellenanordnung, auf und unterscheiden sich von wirklichen Somiten nur dadurch, dass sie nicht bis an die Wände des Neuralrohres vorwachsen.

Da ich aus den oben angeführten Gründen mich von einer Entscheidung dieser Frage, die übrigens meiner Ansicht nach von keiner besonderes wichtigen Bedeutung ist, enthalte, will ich die Nomenklatur Goronowitsch's als die bequemste beibehalten. Zudem halte ich es für höchst wahrscheinlich, dass wir es hier gar nicht mit der Bildung von vorderen Somiten zu tun haben, sondern dass die sich später entwickelnden und bald verschwindenden, als vordere bezeichneten Somiten, als reduzierte Reste der erstentwickelten vorderen Somiten aufgefasst werden müssen. Zu Gunsten dieser Meinung sprechen zwei Tatsachen. Erstens findet die Bildung sämtlicher Organe und Gewebe bei den Vögeln von vorne nach hinten

statt, wie wir uns davon an der Chorda, im Bildungsprozess der Keimblätter u. s. w. überzeugen konnten. Nur das vorderste Ende des Embryos bildet infolge seines Wachstums nach vorne in Bezug auf gewisse Vorgänge einige Ausnahmen. Die Somiten bilden sich jedoch hinter der Region aus, in welcher die Differenzierung der Gewebe weiter gegangen ist als in allen andern Teilen des Embryos. Es erscheint daher unbegründet, ihre spätere Differenzierung in dieser Region anzunehmen. Doch tritt uns, abgesehen von dieser Erwägung, der weiter keine entscheidende Bedeutung zukommt, dank der Reduktion der vorderen Somiten und deren rein phylogenetischer Bedeutung, noch die folgende entgegen. Die oben erwähnten, unvollkommen entwickelten, paarigen hinteren Somiten der Kopfregion zeigen, wie ich bereits darauf hinwies, eine für die vollständig ausgebildeten Somiten typische Struktur und unterscheiden sich von denselben nur durch ihre Dimensionen. Von grosser Bedeutung ist in dieser Hinsicht die Existenz eines vollständigen, allmählichen Ueberganges von den vorderen, sehr schwach entwickelten, doch die nämliche typische Struktur aufweisenden Ausstülpungen der lateralen Höhlung zu den hinteren, schon bedeutend entwickelten, und endlich, durch die vorderen, reduzierten, doch bereits erkennbaren Somitenreste zu den völlig ausgebildeten Rumpfsomiten. Die deutlich erkennbare Struktur dieser Ausstülpungen lässt sie eher als unvollkommen entwickelte Somiten, als als Anlagen in Entwickelung begriffenen Somiten ansehen. Die sich hinten in der Rumpfregion entwickelnden ebensolchen Anlagen unterscheiden sich scharf von denselben. Die unpaare Lage der vorderen hängt, meiner Ansicht nach, in bedeutendem Grade von der unvollkommenen Ausbildung der entsprechenden Ausstülpung an der einen oder anderen Seite ab.; an manchen Embryonen gelingt es dagegen eine völlige Uebereinstimmung beider Seiten nachzuweisen. Dank der ausserordentlichen Schwierigkeit die Homologisierung der vorderen Bildungen mit unentwickelten Somiten durchzuführen und mit denselben dementsprechend zu rechnen, erwähne ich ihrer hier nur als eines wichtigen Hinweises auf die, besonders im Zusammenhange mit der erwähnten charakteristischen Entwickelungsrichtung der Gewebe und Organe bei den Vögelembryonen und ihrem im Vergleich zum Rumpfe früherem Auftreten, vorhandene Möglichkeit eines völlig entgegengesetzten Prozesses der Reduk-

tion schon ausgebildeter Somiten. Ohne also die eine oder andere Entscheidung zu treffen, können wir, wie mir scheint, die Möglichkeit annehmen, dass wir es statt mit der Entwickelung der vorderen Somiten, hier mit einem ganz entgegengesetzten Vorgange zu tun haben, nämlich mit der von vorne nach hinten verlaufenden Reduktion der vorderen Somiten, welche die vordersten wieder auf die Stufe von Anlagen herabsinken lässt. Zu Gunsten dieser Auffassung spricht auch das, nach den Schilderungen der Forscher zu urteilen, sehr späte Auftreten der vorderen Somiten und ihr baldiges Verschwinden nach ihrer Entstehung.

Ausser erwähnten Umständen spricht zu Gunsten meiner Voraussetzung noch die bedeutend vor der Differenzierung der Somiten der Rumpregion eintretende Bildung der geschilderten Ausstülpungen. Die Bildung der Auswüchse geht normal von vorne nach hinten vor sich, wobei jedes hinten erscheinende Paar, oder jede einzelne Ausstülpung sich dem Neuralrohr immer mehr und mehr nähert und dadurch dem typischen Rumpfsomiten immer ähnlicher wird; die Paare, welche endlich hinter den letzten, noch nicht vollständig zu Somiten ausgebildeten Ausstülpungen erscheinen, stellen bereits entwickelte Mesodermsegmente dar. Weiter nach rückwärts begegnen wir schon Somitenanlagen, welche keine typische Zellengruppierung aufweisen. Diese letzten Anlagen treffen wir in verschiedenen Stadien der Differenzierung aus dem Mesoderm an.

Entsprechend der früheren Bildung der Ausstülpungen im vorderen Teile des Kopfes verschwinden sie ebenso allmählich von vorne nach hinten, wie sie sich differenzierten. Anfangs verschwinden die vordersten, dann schrumplen die Auswüchse vor den entwickelten Somiten zusammen und verschwinden und endlich werden auch die letzten reduziert.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass einige der hinteren Auswuchspaare, im Zusammenhang mit den allgemeinen Wachstumsprozessen, als Somiten oder als deren Rudimente angesehen wurden; diese Möglichkeit hängt davon ab, dass sie an Grösse zunehmen und dadurch auf Sagittalschnitten sichtbar werden, also in Berechnung gezogen werden können. Die vorderen, unvollkommen entwickelten Ausstülpungen kommen an Sagittalschnitten nie zum Vorschein; was ihre Erkenung auf Querschnitten anbetrifft, so kann ich derselben keine ausschlaggebende Bedeutung zuschreiben, da man auf

diese Weise stets Gefahr läuft zu unbestimmten und irrtümlichen Schlüssen zu gelangen, besonders da diese Ausstülpungen, als Anlagebildungen, eine sekundäre Einteilung erfahren konnten.

Infolge dieser Erwägungen, behielt ich für die Somiten die Nomenklatur Goronowitch's bei, ohne jedoch ihre Bedeutung im Sinne einer Homologisierung mit den Somiten niederer Formen, welche dieser Forscher ihr beimisst, anzuerkennen. Uebrigens werden wir auf diesen Punkt noch beim Studium späterer Stadien umständlicher zu sprechen kommen; jetzt gehe ich zum Embryo mit vier Somitenpaaren über, welches viele interessante Veränderungen in der Region der Seitenkämme aufweist.

Im Zusammenhang mit den stark nach hinten ausgewachsenen Nervenwülsten steht bei diesem Embryo eine bedeutende Verlängerung der Seitenrinnen. Während sich am vorhergehenden Embryo das Vorhandensein dieser Bildungen ungefähr auf den 50 ersten Schnitten erkennen liess, finden wir sie bei diesem an 80, 90, ja 100 Schnitten klar und deutlich ausgebildet. Das allgemeine Bild der Anordnung bleibt im Ganzen dasselbe wie beim vorhergehenden Embryo. Vorn lässt sich die grösste Entfaltung der Höhlung beobachten, wie wir es z. B. auf Fig. 11 Taf. I sehen, nach hinten wird dieselbe jedoch immer enger, bis sie endlich das Aussehen wie auf der Fig. 10 Taf. I zeigt, die einen Schnitt durch die Höhlung an der analogen Stelle des früher beschriebenen Embryos darstellt. Doch treten hier sowohl in der Lage, als besonders in der allgemeinen Form der Höhlungen einige Veränderungen, welche mit der Bildung der Augenblasen in diesem Teile des Kopfes im Zusammenhange stehen, auf. Infolge der Wucherung der Wandungen der vorderen Blase und besonders infolge des Auftretens der Konvexität, verschwindet der Hohlraum, und das Seitenektoderm legt sich der inneren Wandung dicht an. Im Uebrigen ist kein Unterschied zu merken, und eine besondere Bedeutung kommt nur den eintretenden Veränderungen in der histologischen Struktur der Wandungen zu.

Im Seitenektoderm treten zu dieser Zeit wesentliche Veränderungen im Zusammenhange mit der allmählichen Herausdifferenzierung seiner für die mittlere Entwickelungsperiode bezeichnenden Struktur auf. Dieser Vorgang beginnt in den Seitenteilen, von wo er allmählich auf das Zentrum übergreift. Ausser dieser Richtung ist noch diejenige von vorne nach hinten, d. h. die normale Richtung für alle

Entwickelungsprozesse im Embryo, zu erwähnen. Demzufolge hat auf den vorderen Schnitten ein kleinerer Ektodermdistrikte seine primitive Struktur beibehalten, als auf den hinteren. Was die Wände des Neuralrohres anbetrifft, so kann bis jetzt in ihrer Struktur noch keine wesentliche Veränderuug vermerkt werden.

Die Veränderung des lateralen Ektoderm besteht hauptsächlich in einer Lockerung des Gewebes, wodurch die Zellen ihrer regelmässige Lage einbüssen. Die Ektodermzellen verlieren ihre ursprünglich für sie typische zur Aussenwandung vertikale Lage und nehmen die mannigfaltigsten Stellungen zueinander an, wie sich dies auf Fig. 11 Taf I besonders deutlich erkennen lässt.

Besonders typisch treten uns diese Veränderungen am Vorderende des Embryos entgegen, wo das Ektoderm bedeutend dicker ist. Hinten, in der Rumpfregion, ist das Bild, zum Teil der geringeren Mächtigkeit der Schicht wegen, zum Teil vielleicht weil in der Rumpfgegend die mit dem Nervensystem, oder sogar einfach mit dem Ektoderm im Zusammenhange stehenden Vorgänge eine schwächere Entfaltung zeigen, kein so vollständiges. Uebrigens werden wir auf die in diesem Teile des Embryos vor sich gehenden Veränderungen noch später zurückkommen. Besonders interessant sind die Veränderungen im Ektoderm näher zum Neuralrohr.

Dank diesem Auflockerungsprozess macht sich in der Kammregion das Vorhandensein von Plasmafasern, die mit den ektodermalen Zellen des Kammes im Zusammenhang stehen, bemerkbar, wie dies auf Fig. 12 Taf. I zu erkennen ist.

Die Ektodermzellen des Kammes, welche noch ihre primitive Lage beibehalten haben, nehmen hier eine längliche, spindelförmige Gestalt an und ihr Auseinandergehen erlaubt uns die Anteilnahme ihrer Fortsätze an der Bildung der Plasmafasern des noch erhalten gebliebenen Netzes bequem zu verfolgen. Nicht weniger interessant ist die Lockerung des Seitenkammes, die wir auf den Schnitten Fig. 11 und 13 Taf. I sehen. Auf der ersten ist der vollkommene Uebergang des gelockerten und zum Teil zerfallenden Ektoderms in Mesenchym höchst interessant. Trotzdem jedoch infolge dieses Prozesses die Verbindung zwischen Kamm und Neuralrohr wesentlich an Deutlichkeit verloren hat, bilden die Sekundärverbindungen die Grenze der lateralen Höhlungen, und das Mesenchym ist hier ebensowenig zu sehen, wie dort, wo diese Verbindungen völlig erhalten

geblieben sind. Auf Fig. 13 ist die Einfachheit besonders typisch, mit welcher die Auflockerung und der Zerfall des Kammektoderms vor sich geht. Während ein Teil seiner Zellen noch die primitive Form beibehalten hat, bildet sich schon inwendig die Grenze der späteren Ektodermschicht, welche ihn scharf von den später von der Bildung des Ektoderms ausgeschlossenen Zellen abgrenzt. Vom Kamme zum Zentrum hin seinen Fortgang nehmend, erreicht die Umbildung des Ektoderms allmählich die Einfaltung der Nervenfurche. Damit steht die Auflockerung und der Zerfall des lateralen Ektoderms dieser Region bereits bei diesem Embryo im Zusammenhang, ebenso wie auch der spätere Zerfall der Umschlagsfalte des Nervenrohres und wie wir weiter unten sehen werden, sogar der Zerfall der dorsalen Wandung desselben. Uebrigens ziehe ich es vor, diese Tatsachen der Zeit ihres Auftretens gamäss zu besprechen; für jetzt begnüge ich mich mit der Beschreibung dieses Prozesses bei dem betrachteten Embryo, der sich vorläufig noch nicht auf das Gehirn erstreckt. Was die Zellen anbetrifft, die auf Fig. 11 Taf. I aus dem Gehirne zu migrieren scheinen und für gewöhnlich häufig anzutreffen sind, so haben wir es, wie mir scheint, hier mit Resten der obenerwähnten sekundären Verbindungen zu tun. Eine wirkliche Migration der Zellen der Neuralrohrwandung lässt sich vorläufig noch nicht beobachten.

Es bleibt mir noch übrig, bei der Beschreibung dieser Höhlungen auf eine Bildung hinzuweisen, welche Goronowitsch und andere Forscher als Anlage der Ganglienleisten bezeichnen. Ich meine die an der Innenseite der Umschlagsfalten auftretenden Ektodermdistrikte, die von einander durch mehr oder weniger deutliche Spalten abgegrenzt sind. Ich halte es nicht für möglich, denselben irgend welche morphologische Bedeutung beizumessen. Mir scheint, dass wir es hier mit einer einfachen mechanischen Faltenbildung an der inneren Seite einer sich zusammenfaltenden Scheibe zu tun haben. Eine ganz analoge Erscheinung findet bei Zusammenfaltung einer Wachsscheibe statt, und an den Schnitten durch die entstandenen Falten stossen wir auf ebensolche, mehr oder weniger von einander abgegrenzte Distrikte. Der Bildungsprozess der Ganglienleisten wird, wenn wir denselben weiter verfolgen, die eben gemachte Voraussetzung selbst unterstützen.

Diesen Distrikten kommt bei der Entstehung der Leisten keine

wesentliche Bedeutung zu und die gewisse Vergrösserung derselben, die sich beobachten lässt, hängt viel eher mit dem Wachstum der Rohrwandungen und mit der Vergrösserung ihrer Zusammenfaltung infolge des Schlusses des Neuralrohres zusamen.

Beim Embryo mit fünf Somiten, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe, begegnen wir einem stellenweise völlig geschlossenen Neuralrohr. Damit hängt auch die Entwickelung der Ganglienleisten zusammen, denen wir hier zum ersten Male begegnen. Der vordere Teil des Neuralrohres steht bei diesem Embryo noch offen, und die Wandungen der Neuralwülste berühren sich an der Rückenseite noch nicht. Weiter nach rückwärts begegnen wir erst einer einfachen Berührung derselben, wie dies die Fig. 14 Taf. I wiedergiebt, und endlich dem allmählichen Uebergang von der blossen Berührung der Wandungen zu deren voller Vereinigung und dem Beginn der Abtrennung des Neuralrohres vom Ektoderm. Hinter dem Punkt der völligen Vereinigung sehen wir von neuem ein Auseinandertreten der Wandungen. So haben wir also ein verhältnissmässig weit nach vorn liegendes Zentrum des Ausbildungsmaximums dieses Prozesses vor uns, von welchem aus derselbe ganz allmählich nach beiden Seiten hin abnimmt. Bemerkenswert sind die histologischen Vorgänge, welche mit der Bildung und Abtrennung des Neuralrohres im Zusammenhange stehen, und zu deren Beschreibung ich nun übergehe.

Schon aus dem Schnitt Fig. 14 Taf. I lässt sich ein energischer Zerfall des Ektoderms an der Umschlagsfalte der Neuralrohrwandungen erkennen. Während der beim Embryo mit vier Somiten eben geschilderte Umwandlungsprozess des Ektoderms bereits seinen Abschluss erreicht hat, sehen wir bei dem vorliegenden Embryo in der Kammregion, wo dieser Prozess beim vorhergehenden Embryo seinen Höhepunkt erreichte, an der Faltungsstelle der Nervenwülste, an der Innenseite des Ektoderms einen energischen Zerfall des Gewebes in Erscheinung treten. In mehr oder weniger bedeutendem Masse greift dieser Prozess auch auf die mehr nach unten gelegenen Teile des Neuralrohres über. An dem in Rede stehenden Schnitte ist dieser Prozess ein oberflächlicher und die Struktur des Gewebes der Aussenseite der Umschlagsfalte ist noch nicht gestört. Demzufolge ist die Anzahl der Zellen, welche als Produkt dieses Zerfalls auftreten, noch nicht sehr bedeutend, und neb-

men dieselben nur einen Teil der obenbeschriebenen lateralen Höhlungen ein.

Etwas weiter zurück, treffen wir auf dem Schnitt Fig. 15 Taf. I diesen Prozess in einem bedeutend vorgeschrittenen Stadium an. Die Wandungen der Nervenwülste liegen hier einander dicht an; von der sie trennenden Grenze hat sich nur eine schwache Spur erhalten. Zugleich beginnt sich auch eine Störung der Gewebestruktur in den sich berührenden Teilen bemerkbar zu machen. Fürs erste besteht sie nur in schräg zu den Wandungen stehenden Spalten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Spalten auf rein mechanischem Wege, durch den gegenseitigen Druck der Wandungen entstehen. Der Zerfall des Gewebes ist an der Innenseite energisch vorgeschritten, so dass die grosse Anzahl der frei gewordenen Zellen das Lumen der lateralen Höhlungen gänzlich ausfüllt. Nur unbedeutende Spalten an den Wänden des Neuralrohrs sind übrig geblieben; auf der rechten Seite des vorligenden Schnittes ist ein solches Lumen erkennbar. Doch hat sich die bei den vorhergehenden Embryonen beschriebene Verbindung des Kammes mit dem Neuralrohre noch erhalten, und auf dem vorliegenden Schnitt ist sie auf beiden Seiten sichtbar. Was die Struktur der auf diese Weise entstehenden kompakten Masse regellos angeordneter Zellen anbetrifft, welche, infolge des Druckes der Wände der umgebenden Höhlung, ihre bestimmte äussere Gestalt eingebüsst haben, so ist es schwer, in dieser Hinsicht ein bestimmtes Urteil zu fällen. Am wahrscheinlichsten will es mir erscheinen, dass sie mit den Zellen der Wandungen des Neuralrohres und überhaupt des Ektoderms durchaus übereinstimmen. Der beim ersten Anblick ziemlich bedeutende Unterschied hängt, wie mir scheint, nur von der unregelmässigen, zusammengepressten Gruppierung ab. Ein organischer Unterschied kann fürs erste, schon in Anbetracht des Vorhandenseins eines völligen Ueberganges beider ineinander, nicht vorhanden sein. Wenden wir uns nun dem Schnitt Fig. 16 Taf. I zu. Hier ist der Prozess am weitesten vorgeschritten. Die Grenze zwischen den beiden Wandungen ist beinahe ganz verschwunden und hat sich nur im unteren Teile erhalten. Zugleich ist der Zerfall des Ektoderms der Wandungen der lateralen Höhlungen im Vergleich zum vorhergehenden Schnitte bedeutend vorgeschritten. Im oberen Teile des Neuralrohres hat das ektodermale Gewebe seine pri-

mitive Struktur fast völlig verloren. Sein Zerfall tritt, infolge der Anwesenheit mehr oder weniger bedeutender Spalten, welche sogar in den tiefsten Schichten der Wandungen des Neuralrohres, in ihrem oberen Teil, zu erkennen sind, deutlich hervor. Die Masse der Zerfallprodukte ist eine so bedeutende, dass im rechten Teile ein Durchbruch der plasmatischen Verbindung zwischen Kamm und Gehirn erkennber ist. Dieser Durchbruch reisst zum Teil auch die Wandzellen des Ektoderms mit sich fort. Sehr deutlich und vollständig kommt dieser Zerfall auf Fig. 17 Taf. II zum Ausdruck. Da die Verwachsung der Wandungen noch lange nicht ihren Abschluss erreicht hat, so ist die Abgrenzung zwischen beiden Wülsten noch durchaus deutlich sichtbar und der Zerfallprozess der Wandungen kommt fürs erste noch blos als Auflösung ihrer Innenseite in einzelne Elemente zum Ausdruck. Da die Form der Wulst sich hier mehr derjenigen des vorhergehenden Schnittes als derjenigen des ersten, auf Fig. 14 Taf. I dargestellten, nähert, so kann der Vergleich weit vollständiger durchgeführt werden. Die völlig deutlich und scharf hervortretenden abgrenzenden plasmatischen Fasern lassen eine scharfe Grenze zwischen den Zerfallzellen des Ektoderms und dem Mesoderm unterscheiden, welche deren Vermengung verhindert.

Wie bereits erwähnt, lassen sich an diesen Zellen keine besondern, sie von denen des übrigen Ektoderms scharf abgrenzenden Charaktere nachweisen. Und die von Goronowitsch erwähnten Eigenart der Gewebestruktur der Ganglienleisten, wie in der Wissenschaft die kompakte Masse dieser Zerfallzellen ganz allgemein bezeichnet werden, kann nicht organischen Veränderungen, sondern nur rein mechanischen zugeschrieben werden. Einigermassen kann man diese Veränderung mit derjenigen vergleichen, welche die obenbeschriebene linsenförmige Chordaanlage erfährt. Sowohl hier als dort, begegnen wir eine unregelmässig netzartige, kompakte Struktur, wobei die einzelnen Zellen ihre bestimmte Form eingebüsst haben.

Den rein mechanischen Ursprung der Ganglienleisten, welche als Resultat des Schlusses des Nervenrohres und dessen Ablösung vom äusseren Ektoderm erscheinen, halte ich gleichfalls für augenscheinlich. Doch will ich nicht vorgreifen und gehe deshalb nun zur Beschreibung ihrer weiteren Entwickelung beim Embryo mit sechs Somiten über.

In der vorderen Blase dieses Embryos ist bereits eine bedeutende Entwickelung der Augenblasen wahrzunehmen. In vertikaler Richtung ist das Lumen des Neuralrohres stark reduziert, während dasselbe infolge der Bildung der erwähnten Blasen bedeutend in die Breite ausgewachsen ist. Ausser der, sich längs dem ganzen Neuralrohr, dort, wo sich dasselbe geschlossen hat, bemerkbar machenden Reduktion des vertikalen Durchmessers desselben, kann man sich noch von dem Vorhandensein einer Einsenkung der oberen Seite längs der Berührungslinie der gegenüberliegenden Wandungen überzeugen. Dadurch nimmt das Lumen des Rohres eine Linsenform mit konkaver oberer Seite an.

Das vordere Ende des Neuralrohres, vor den Augenblasen, bleibt fürs erste noch geöffnet; hinter demselben, in der Orbitalregion, stossen die Wandungen bereits zusammen. Obgleich ich beim vorhergehenden Embryo den Vorgang des Schlusses und der Ablösung des Neuralrohres bereits geschildert habe, sehe ich mich genötigt auch bei diesem Embryo näher auf diesen Prozess einzugehen. Dazu veranlasst mich die grössere Bestimmtheit der mechanischen Prozesse im Zusammenhange mit der weit vorgerückten Differenzierung der Gewebe und der Intensität dieser Prozesse infolge der bedeutenderen Mächtigkeit der teilnehmenden Gewebe. Die erstere Ursache verleiht den Bildungsprozessen der Ganglienleisten ein besonders charakteristisches Gepräge. Auf dem Schnitt Fig. 18 Taf. II, welcher durch den vorderen Teil der über der Orbitalregion liegenden Gegend geführt ist, begegnen wir einer recht primitiven Vereinigung der Neuralrohrwandungen. Es ist interessant diese Abbildung mit dem Schnitte Fig. 14 Taf. I zu vergleichen, der unmittelbar hinter der genannter Region entnommen ist. Aus diesem Vergleiche ist leicht zu ersehen, dass der Hauptunterschied gerade in der Abplattung des Neuralrohres in vertikaler Richtung und in der dadurch hervorgerufenen Spannung der Gewebe besteht. Beim vorhergehenden Embryo erscheint der Spalt des Neuralrohres in der Orbitalregion bedeutend verengt und in vertikaler Richtung ausgezogen, bei diesen begegnen wir dagegen gerade dem Gegenteil. Bei annähernder Vergleichung der Seitendimensionen der Wandungen beider Embryonen finden wir sie ganz gleich, und der Unterschied hängt einzig und allein mit der Abplattung des Rohres zusammen. Gleichzeitig ist auch die Lageveränderung des Kammes

der lateralen Umfaltungen des Ektoderms von bedeutendem Interesse. Die Kämme haben sich sichtlich von den Rändern der Wülste entfernt, ihr typisches Aussehen jedoch noch beibehalten. Im Zusammenhange mit dieser Verschiebung ist das Lumen der lateralen Höhlungen verschwunden, die auf dem Schnitte durch das vorhergehende Embryo noch deutlich sichtbar waren. Das laterale Ektoderm schmiegt sich hier den Gehirnwandungen innig an und hat sich im Vergleiche zu dem oben beschriebenen Embryo bedeutend verdünnt. Einen äusserst interessanten Anblick bietet die Fig. 18 Taf. II an der Umfaltungsstelle der Wandungen des Neuralrohres. Die massive Wandung des Neuralrohres ist hier scharf zusammengefaltet. Anfangs behält dieselbe ihre massive Struktur bei, die jedoch gegen die Seiten hin plötzlich verschwindet. In diesem Teile hat ihr Gewebe bereits seine primitive Struktur eingebüsst, erscheint aber, infolge des Druckes der umgebenden Wandungen, äusserst kompakt. Der Vergleich mit den entsprechenden Schnitten durch das vorhergehende Embryo beweist, dass hier, infolge des durch das Verschwinden der lateralen Höhlungen entwickelten Druckes auftretende, verdichtete Zellen vorhanden sind, welche ursprünglich dem Zerfall des Ektodermgewebes ihren Ursprung verdanken. Durch den, durch die erwähnten Ursachen veranlassten Druck, nimmt der mit der Abschnürung des Neuralrohres vom äusseren Ektoderm im Zusammenhang stehende Zerfall des Gewebes einen inneren, verborgenen Charakter an, ohne das auf Fig. 14 Taf. I dargestellte typische Aussehen zu erlangen. Auf das Vorhandensein dieses Prozesses bei dem vorliegenden Embryo (Fig. 18 Taf. II) kann nur aus dem Verlust der primitiven Struktur seitens des Ektoderms geschlossen werden. Nur der Vergleich mit den betreffenden Schnitten der vorhergehenden Embryone klärt das Wesen dieses Vorganges völlig auf und widerlegt die von Goronowitsch ausgesprochene Ansicht über den organischen Unterschied des als etwas kompaktes, bestimmtes, aufgefassten Gewebes der Ganglienleisten.

Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Prozess auch der gegenseitige Druck der Wandungen des Neuralrohres. Dem dabei entstehende laterale Druck kommt, unabhängig davon, dass er der Vereinigungslinie der Wandungen eine verschiedene Konfiguration verleiht, eine wesentliche Bedeutung in der Anordnung des Gewebes der Ganglienleisten durch Spaltenbildung zu. Erwähnung ver-

dient noch das Vorhandensein von Längsspalten, welche an der Innenseite der Umschlagsfalte der Neuralrohrwandungen entstehen. Wahrscheinlich steht die oben erwähnte Einsenkung der oberen Wandung des Neuralrohres in bedeutendem Masse damit im Zusammenhang. Gehen wir vom Schnitte Fig. 18 Taf. II in kaudaler Richtung vor, so können wir eine ganze Serie von Uebergangsstadien dieses Prozesses beobachten, auf die ich bei der Beschreibung des vorhergehenden Embryos hinwies. Jetzt werde ich nicht näher auf dieselben eingehen und gehe direkt zu dem auf Fig. 19 Taf. II dargestellten, durch den hinteren Teil der Orbitalregion geführten Schnitt über. An demselben ist die typische Struktur der Ganglienleisten interessant, die auch durch den Schnitt Fig. 18 Taf. I deutlich veranschaulicht wird. Das Neuralrohr ist hier bereits vollkommen geschlossen und hat sich von dem massiven äusseren Teil der Umschlagsfalte in bedeutendem Masse abgetrennt. Letztere hat sich bereits völlig in einzelne, unregelmässig zerstreute Elemente aufgelöst, wodurch die Grenze zwischen den beiden gegenüberliegenden Wandungen in dieser Region völlig verwischt erscheint. Ihre Spuren sind noch im unteren Teil, d. h. in der eigentlichen Wand des Neuralrohres erkennbar.

Gleichzeitig ist auch die innere Grenze des Aussenektoderm der lateralen Höhlungen verschwunden. Infolgedessen lassen sich nur in der dünnen Aussenschicht des Ektoderms gewisse Anzeichen einer regelmässigen Struktur erkennen; innen begegnen wir dagegen nur unregelmässig angeordneten Zellen, deren Struktur ihrer dichten Lage wegen nicht bestimmt werden kann. Als interessante Eigenart in der Struktur der Neuralrohrwandungen erscheint eine Art Ausbuchtung derselben nach dieser formlosen Masse hin. Sie wird wahrscheinlich durch den fortdauernden Druck und durch die Auflösung der Ränder der Wandungen, welche ein Dünnerwerden derselben und deren Einfaltung nach innen hervorruft, erzeugt. Auf sehr interessante Weise verläuft der Verschluss des Neuralrohres und die Bildung der Ganglienleisten in dem Teile des Kopfes, wo, infolge des Fehlens eines sekundären Abschlusses der lateralen Höhlungen und dem Durchbruche der ursprünglichen Grenze, der Vorgang ohne inneres Zusammenpressen der Zerfallzellen verläuft. Einem solchen Zustand begegnen wir in der ganzen Postorbitalregion, bis dicht an die Gehörregion, welche in Anbetracht einer ganzen Reihe

von Eigenarten eine Sonderstellung einnimmt. Eine Schnittserie durch diese Gegend, zu der ich nun übergehe, giebt eine schöne Illustration der endgültigen Herausdifferenzierung des Aussenektoderms, welche erst in viel späteren Stadien ihren Abschluss erreicht.

Zwischen dem auf Fig. 20 Taf. II dargestellten, der Postorbitalregion entnommenen Schnitt und dem vorhergehenden liegen nicht mehr als zwanzig Schnitte. Infolge der Verengung des Neuralrohres liegt ein wesentlicher Unterschied schon darin, dass das äussere Ektoderm nicht mit dem letzteren in Berührung kommt, wodurch die primären lateralen Höhlungen zum grossen Teil erhalten bleiben. Ihr Lumen wird jedoch von Ektodermzellen völlig ausgefüllt, die hier etwas zusammengepresst erscheinen, wenn auch nicht in dem Masse wie auf den vorhergehenden Schnitten. Dieser Umstand steht mit der höchst lückenhaften Verbindung des Kammes mit den Neuralrohrwandungen im Zusammenhang, wodurch hier nur eine äusserst schmale Höhlung zustande kommt. Weiter nach hinten erweitert sich diese Höhlung, was durch eine energischere Auflösung der Ganglienleisten in einzelne Elemente, die allmählich aus den primären lateralen Höhlungen heraustreten, bedingt wird. Dem gleichen Bild begegnen wir an der Stelle, wo der Schluss und die Ablösung des Neuralrohres beginnt; weiter nach hinten lässt sich auf den Schnitten ein allmählicher Uebergang zum vollen Auseinandertreten der Wandungen verfolgen. In der allmählichen Ausgleichung der Neuralrohrwandungen nähert sich das hier beobachtete Bild ausserordentlich dem für die vorhergehenden Embryonen mit entwickelten lateralen Höhlungen beschriebenen. Ich gehe deshalb nicht näher darauf ein und will mich weiter unten mit einem Hinweis auf die Eigentümlichkeiten der Gehörregion begnügen; jetzt gehe ich zur Schilderung der Herausdifferenzierung des äusseren Ektoderms aus der Masse der Leistenzellen und zur Charakteristik der Ablösung des Neuralrohres, wie wir dieselben an den obenbeschriebenen Schnitten beobachten, über.

Wie bereits erwähnt, tritt als Eigentümlichkeit beim Wegfallen des äusseren Hindernisses in Gestalt des Plasmanetzes ein unverzügliches Auseinandertreten der Zellen der Ganglienleisten und deren Vermischung mit den Mesodermelementen ein. Auf diese Weise bringen diese Zellen den obenerwähnten, mit dem Umbau seiner Elemente verbundenen Wegfall eines Teiles des Ektoderms zum Abschluss,

und beschliessen, so zu sagen, die Mesodermbildung. In dieser Hinsicht macht sich jedoch ein bedeutender Unterschied, welcher in bedeutenden Masse mit dem inneren Charakter des Vorganges und mit den Vorhandensein äusserer Hindernisse für diese Vermischung in früheren Stadien verbunden ist, geltend. Dadurch behalten die Zerfallzellen der Ganglienleisten gewisse Züge bei, die sie scharf von dem umgebenden Mesenchym unterscheiden, was bei der Migration erster Ordnung, wenn eine solche auch wirklich existiert, wahrscheinlich infolge der noch nicht ausgebildeten organischen Differenzierung, nicht beobachtet wird. Es sei darauf hingewiesen, dass der Ablösung der Zellen des lateralen Ektoderms bei der Differenzierung des Ektoderms bei weitem nicht obligatorisch erscheint; in den vorderen Regionen wird dieselbe zwar beobachtet, kommt jedoch im Rumpfteile nicht zum Ausdruck, wo sich der Prozess auf eine Spaltung des Ektoderms in Schichten beschränkt. Auf dem zweiten eben zu erörternden Schnitt, Fig. 21 Taf. II, ist die gegenseitige Berührung der Ränder der Ganglienleisten mit dem Mesenchym, wobei eine Vermischung derselben jedoch noch nicht eingetreten ist, bemerkenswert.

Was die Herausdifferenzierung des Ektoderms anbetrifft, so lässt sich auf beigelegten Abbildungen dessen allmähliche Differenzierung und Abgrenzung von der formlosen Zellmasse der Ganglienleisten verfolgen. Während auf dem Schnitt Fig. 19 Taf. II zwischen beiden Bildungen selbst in den lateralen Partien gar keine Grenze vorhanden ist, kann man auf Fig. 20 Taf. II eine stark differenzierte Abgrenzung derselben, die auf der linken Seite des Schnittes fast bis zur Medianlinie reicht, erkennen. Auf dem folgenden Schnitt, Fig. 21 Taf. II ist infolge der Spaltung der Elemente der Ganglienleisten die Differenzierung noch weiter vorgeschritten, und nur in einem unbedeutenden Bezirke rechts haben sich die unbestimmten Verhältnisse erhalten. Gleichzeitig mit der eintretenden Differenzierung des Neuralrohres und des Ektoderms, macht sich auch ein verschiedenes Reagieren auf die einwirkenden mechanischen Faktoren geltend; eine besonders grosse Bedeutung kommt in dieser Hinsicht dem lateralen gegenseitigen Druck der zusammenstossenden Wandungen zu. In den Wandungen des Neuralrohres zieht derselbe einen weiteren Ausfall der Zellen nach sich. Die Schnitte weisen auf die Auflösuug desjenigen Teils der Wan-

dungen hin, der dem Durchmesser der erwähnten Faltung entspricht; es hat den Anschein, als wenn der auf die Zellen ausgeübte energische Druck sie der Möglichkeit beraubt eine Abgrenzung von den übrigen Zerfallelementen auszubilden.

Der Ausdruck „Abgrenzung“ passt natürlich nicht ganz, und ich verstehe darunter eher eine, den benachbarten Rändern des Nervenrohres analoge, stabile Lage der Zellen. Demzufolge wird das Zellenmaterial der Neuralrohrwandungen aus deren Rändern allmählich in die Ganglienleisten ausgestossen, bis die gegenüberliegenden Grenzen der Neuralrohrwandungen zusammentreffen und das Lumen auf diese Weise definitiv durch eine Membran abgeschlossen wird. Dieses Zusammentreffen findet seine Bestätigung auch in der zeitweiligen Verkürzung des Durchmessers des Neuralrohres. Die an der Innenseite der Wandungen erkennbare regelmässige und normale Anordnung der Zellen, die bis zum Eintreten des Momentes der Ausstossung oder Verdrängung in das Gewebe der Ganglienleisten keine Störungen erlitt, verhindert augenscheinlich die weitere Ausstossung der Zellen aus dem Rohr. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die festere Verbindung der nach aussen gekehrten Zellen dabei eine wesentliche Rolle spielt. Je mehr sich die gegenüberliegenden Ränder der Wandungen des Neuralrohres einander nähern, desto geringer wird der Durchmesser sowohl der Zerfallregion, als auch des Neuralrohres, was aus den beigelegten zwei Abbildungen leicht ersichtlich ist. Ganz entgegengesetzte Vorgänge finden unterdessen im äusseren Ektoderm statt, wo wir, infolge der vereinten Wirkung des durch den Zuwachs der Elemente der Ganglienleisten auf Kosten des Gehirnes veranlassten lateralen Druckes und der Spannung des Gewebes, einem äusserst interessanten Bild begegnen. Infolge der Anspannung des Ektoderms beginnt dessen Differenzierung von den Seitenteilen aus, während der mittlere Teil lange Zeit über undifferenziert bleibt. Zugleich macht sich, solange diese Differenzierung noch nicht eingetreten ist, das völlige Fehlen einer Grenze längs der Medianlinie zwischen den gegenüberliegenden Seiten bemerkbar, wie wir dies aus Fig. 20 Taf. II ersehen können. Im weiteren Verlauf dieser Differenzierung nimmt die Bereicherung des Ektoderms durch neue Elemente ab, und an der Medianlinie tritt gewissermassen ein sekundärer Durchbruch auf, wie wir ihn auf Fig. 21 Taf. II sehen.

So weisen denn die Beobachtungen über die Bildung der Ganglienleisten darauf hin, dass ihr Auftreten zum grossen Teil durch mechanische Ursachen, die mit dem Schluss und der Ablösung des Neuralrohres im Zusammenhang stehen, bedingt wird. Andererseits verleihen jedoch gewisse Begleiterscheinungen den Elementen derselben eine typische Struktur, die sie anfangs scharf vom Mesoderm unterscheidet. Erst später verliert sich diese Schärfe; doch kann die Frage über den vollen Verlust derselben, wie wir weiter unten sehen werden, eher verneint werden, und wir müssen für die Zellen der Ganglienleisten einen bedeutenden Teil ihrer Eigenart anerkennen.

Beim Embryo dieses Stadiums tritt, nach den Angaben Gorono-witsch's und Platt's, der zweite Kopfsomit, der sich vor dem ersten ausgebildeten, von diesen Forschern als der dritte Kopfsomit bezeichneten Somiten entwickelt, auf. Auf dem nebenstehenden Sagittalschnitt Textfig. 1 sehen wir ein Bild, welches, meiner Ansicht nach, sehr

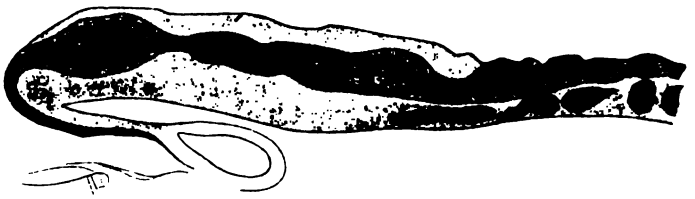


Fig. 1.

wenig zu Gunsten der Ansicht der genannten Autoren spricht. Die von ihnen als Anlage des in Entwickelung begriffenen Kopfsomiten beschriebene Anhäufung mesodermaler Zellen kann, wie wir scheint, als Auswachsungsprodukt der hinteren Paare der oben erwähnten Ausstülpungen gedeutet werden. Infolge ihres Auswachsens einer- und dem Verschwinden der vorderen Ausstülpungen andererseits, können sie als längliche, bei den Vögeln für die Wandungen der Somiten typische, Zellanhäufungen erscheinen, da sie in ihrer Struktur in nichts von der oben erwähnten, allen Ausstülpungen des lateralen Coeloms eigenen, abweichen. Doch widerspricht die zu dieser Zeit stattfindende Reduktion der vorderen Ausstülpungen, meiner Ansicht nach, der Wahrscheinlichkeit eines Auswachsens dieser hinteren Paare und weist eher auf eine hier voraussichtlich stattfindende,

das Auftreten dieser unbestimmten Mesodermmasse nach sich ziehende Reduktion des vorderen, also des ersten Somiten der vorhergehenden Stadien, hin. Gleichviel, ob wir es hier mit einem Auswachsen des hinteren Paares der erwähnten Ausstülpungen, oder mit der Reduktion des vorderen Somiten, oder endlich wirklich mit dem Auftreten eines neuen Somitenpaares zu tun haben, jedenfalls verfügen wir über keinerlei bestimmten Daten zur Lösung dieser Frage, und die Hinweise Goronowitsch's auf die Entwickelung der ersten Kiemenspalte gerade im Bereich dieses Somiten halte ich für wenig begründet. Gegen die Neubildung eines Somiten spricht hier ausserdem noch das Fehlen jeder Spur irgend einleitender Prozesse, die mit einer solchen im Zusammenhang stehen könnten, und die komplizierte Differenzierung, welche die Gewebe in dieser Region bereits erreicht haben, macht die Bildung eines Somiten höchst unwahrscheinlich. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Voraussetzung für sich, dass wir es hier mit der Reduktion des vorderen, zuerst gebildeten Somiten zu tun haben.

Auf die Existenz eines ziemlich komplizierten Prozesses weisen ausserdem noch folgende Tatsachen hin. Erstens weist die Gewebe- und Organentwickelung beim Embryo während der Periode zwischen der vollen Ausbildung des fünften Somiten und der Anlage des sechsten einen bedeutend grösseren Fortschritt auf, als zwischen dem Auftreten irgend anderer Somiten; zweitens existieren Embryonen mit sieben Somiten, welche dieselbe Differenzierung der Gewebe wie das eben beschriebene aufweisen, und endlich drittens, stehen die Embryonen mit sechs Somiten, bei denen die Anlage des zweiten Kopfsomiten nicht vorhanden ist, dem eben beschriebenen an Differenzierung der Gewebe nach, und dienen gewissermasen als Uebergangsstadien zu demselben. Diese Erscheinungen lassen die Existenz eines solchen Vorganges vermuten, der die Folgerichtigkeit des bei der Bestimmung der Stadien als Masstab angenommenen Kriteriums, das heisst also des Anwachsens der Somitenzahl, zu nichte macht. Ein solcher Prozess kann nur die Reduktion der vorderen Somiten sein, welche je nach der grösseren oder geringeren Schnelligkeit ihres Verlaufes die Stadien mehr oder weniger verschiebt. Ich halte es jedoch nicht für möglich, kathegorisch auf dieser Behauptung zu bestehen, da dieser Umstand infolge der spezifischen Eigentümlichkeiten der Vogelembryonen schwer festzustellen ist.

So weisen denn die Beobachtungen über die Bildung der Ganglienleisten darauf hin, dass ihr Auftreten zum grossen Teil durch mechanische Ursachen, die mit dem Schluss und der Ablösung des Neuralrohres im Zusammenhang stehen, bedingt wird. Andererseits verleihen jedoch gewisse Begleiterscheinungen den Elementen derselben eine typische Struktur, die sie anfangs scharf vom Mesoderm unterscheidet. Erst später verliert sich diese Schärfe; doch kann die Frage über den vollen Verlust derselben, wie wir weiter unten sehen werden, eher verneint werden, und wir müssen für die Zellen der Ganglienleisten einen bedeutenden Teil ihrer Eigenart anerkennen.

Beim Embryo dieses Stadiums tritt, nach den Angaben Gorono-witsch's und Platt's, der zweite Kopfsomit, der sich vor dem ersten ausgebildeten, von diesen Forschern als der dritte Kopfsomit bezeichneten Somiten entwickelt, auf. Auf dem nebenstehenden Sagittalschnitt Textfig. 1 sehen wir ein Bild, welches, meiner Ansicht nach, sehr

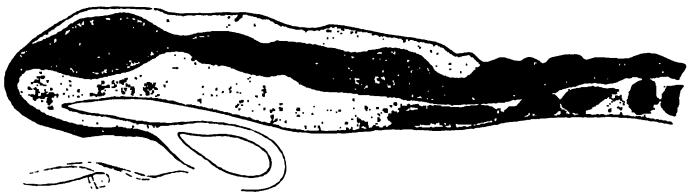


Fig. 1.

wenig zu Gunsten der Ansicht der genannten Autoren spricht. Die von ihnen als Anlage des in Entwickelung begriffenen Kopfsomiten beschriebene Anhäufung mesodermaler Zellen kann, wie wir scheint, als Auswachsungsprodukt der hinteren Paare der oben erwähnten Ausstülpungen gedeutet werden. Infolge ihres Auswachsens einer- und dem Verschwinden der vorderen Ausstülpungen andererseits, können sie als längliche, bei den Vögeln für die Wandungen der Somiten typische, Zellanhäufungen erscheinen, da sie in ihrer Struktur in nichts von der oben erwähnten, allen Ausstülpungen des lateralen Coeloms eigenen, abweichen. Doch widerspricht die zu dieser Zeit stattfindende Reduktion der vorderen Ausstülpungen, meiner Ansicht nach, der Wahrscheinlichkeit eines Auswachsens dieser hinteren Paare und weist eher auf eine hier voraussichtlich stattfindende,

das Auftreten dieser unbestimmten Mesodermmasse nach sich ziehende Reduktion des vorderen, also des ersten Somiten der vorhergehenden Stadien, hin. Gleichviel, ob wir es hier mit einem Auswachsen des hinteren Paares der erwähnten Ausstülpungen, oder mit der Reduktion des vorderen Somiten, oder endlich wirklich mit dem Auftreten eines neuen Somitenpaares zu tun haben, jedenfalls verfügen wir über keinerlei bestimmten Daten zur Lösung dieser Frage, und die Hinweise Goronowitsch's auf die Entwickelung der ersten Kiemenspalte gerade im Bereich dieses Somiten halte ich für wenig begründet. Gegen die Neubildung eines Somiten spricht hier ausserdem noch das Fehlen jeder Spur irgend einleitender Prozesse, die mit einer solchen im Zusammenhang stehen könnten, und die komplizierte Differenzierung, welche die Gewebe in dieser Region bereits erreicht haben, macht die Bildung eines Somiten höchst unwahrscheinlich. Am meisten Wahrscheinlichkeit hat die Voraussetzung für sich, dass wir es hier mit der Reduktion des vorderen, zuerst gebildeten Somiten zu tun haben.

Auf die Existenz eines ziemlich komplizierten Prozesses weisen ausserdem noch folgende Tatsachen hin. Erstens weist die Gewebe- und Organentwickelung beim Embryo während der Periode zwischen der vollen Ausbildung des fünften Somiten und der Anlage des sechsten einen bedeutend grösseren Fortschritt auf, als zwischen dem Auftreten irgend anderer Somiten; zweitens existieren Embryonen mit sieben Somiten, welche dieselbe Differenzierung der Gewebe wie das eben beschriebene aufweisen, und endlich drittens, stehen die Embryonen mit sechs Somiten, bei denen die Anlage des zweiten Kopfsomiten nicht vorhanden ist, dem eben beschriebenen an Differenzierung der Gewebe nach, und dienen gewissermasen als Uebergangsstadien zu demselben. Diese Erscheinungen lassen die Existenz eines solchen Vorganges vermuten, der die Folgerichtigkeit des bei der Bestimmung der Stadien als Masstab angenommenen Kriteriums, das heisst also des Anwachsens der Somitenzahl, zu nichte macht. Ein solcher Prozess kann nur die Reduktion der vorderen Somiten sein, welche je nach der grösseren oder geringeren Schnelligkeit ihres Verlaufes die Stadien mehr oder weniger verschiebt. Ich halte es jedoch nicht für möglich, kathegorisch auf dieser Behauptung zu bestehen, da dieser Umstand infolge der spezifischen Eigentümlichkeiten der Vogelembryonen schwer festzustellen ist.

Bei dem in Rede stehenden Embryo begegnen wir zum ersten Male der Bildung mehr oder weniger bedeutender Einbuchtungen der Wandungen des Neuralrohres. Während die Einbuchtungen in der Rumpfregion mit völlig entwickelten Somiten eine bestimmte Lage einnehmen, wie die Fig. 2 im Text zeigt, weisen dieselben in der

Fig. 2.

Kopfregion bis jetzt noch keinen bestimmten Charakter auf und zeigen vielmehr eine mehr oder weniger zufällige Anordnung. Die Textfig. 3 bestätigt diesen erwähnten Charakterzug. Nur die beiden vor-

Fig. 3.

deren besitzen noch eine regelmässige Lage und Struktur, welche der, von Neal bei Haifischen nachgewiesenen, ebenso wie derjenigen der Rumpfsomiten ähnlich ist.

Bevor ich zur Beschreibung des folgenden Embryos übergehe, muss ich noch näher auf die Entwickelung der Gehörregion eingehen; doch begnüge ich mich für den Moment mit einem flüchtigen Hinweis auf die charakteristische Anordnung der Gewebe, der wir hier begegnen und die mit dem Anschmiegen des lateralen Ektoderms an die Wandungen des Neuralrohres im Zusammenhange steht. Dieses Anschmiegen tritt hier nicht als Resultat der Wucherung der Neuralrohrwandungen wie in der Orbitalregion auf, sondern infolge des Auswachsens und der bedeutenden Verdichtung des lateralen

Ektoderms am Hörgrübchen. Auf den Verschluss des Neuralrohres übt dieser Vorgang einen wesentlichen Einfluss aus, da ein bedeutender Teil der oben erwähnten mechanischen Faktoren dabei wegfällt und dagegen neue, durch diese Bildung veranlasste, an ihre Stelle treten.

Die Entwickelung des Neuralrohres und der Ganglienleisten bei Embryonen mit sieben, acht, neun und zehn Somiten stellt nur eine Fortsetzung der oben beschriebenen Prozesse dar, so dass ich diese Embryonen zusammen beschreiben werde, ohne mich bei jedem einzelnen aufzuhalten. Eine besondere Beachtung verdienen vielleicht noch die beiden letzteren, da bei diesen die Neubildung eines vorderen Kopfsomiten, des ersten nach der Nomenklatur Goronowitsch's, stattfindet. Da jedoch das Auftreten dieser Anlage mit dem der oben beschriebenen durchaus identisch ist, werde ich ihr weniger Aufmerksamkeit schenken, als der ersteren. Die Uebereinstimmung in ihrem Auftreten mit dem des vorigen beschränkt sich nicht auf die Unbestimmtheit ihrer äusseren Erscheinung und ihrer Topographie, sondern wird ausserdem von einer zeitweiligen Verschiebung der Stadien begleitet. Nur ist der letztere Vorgang, infolge des allmählichen Verlaufes der histologischen Prozesse, weit weniger scharf ausgeprägt. Die Anlagen des ersten und zweiten Kopfsomiten, besonders die des ersten, bleiben nicht lange bestehen und, in ebenso unentwickeltem Zustande wie sie plötzlich erscheinen, verschwinden sie bald nach ihrem Auftreten, ohne die geringsten Anzeichen eines Wachstums oder Differenzierung. In jedem weiteren Stadium erkennen wir, im Gegenteil, nur eine weitere Reduktion derselben. All' dies bestätigt die oben ausgesprochene Annahme, dass der Reduktionsprozess der Ausstülpungen der lateralen Höhlungen des Vorderabschnittes sich auch auf die ersten, anfangs deutlich entwickelten Somiten erstreckt. So haben wir es hier, aller Wahrscheinlichkeit nach, keineswegs mit Rudimenten von Kopfsomiten, wie Goronowitsch und Platt annehmen, sondern nur mit reduzierten Resten ursprünglich normal entwickelter Rumpfsomiten zu tun. In Anbetracht des bedeutenden Interesses, den diese Frage beansprucht, werde ich am Schlusse noch auf dieselbe zurückkommen und mich bemühen zugleich den morphologischen Wert der oben erwähnten Ausstülpungen nach Möglichkeit aufzudecken.

Wie schon gesagt, ist die Entwickelung der Ganglienleisten und

die Bildung des Neuralrohres im Allgemeinen bei diesen vier Embryonen einander sehr ähnlich und unterscheidet sich hauptsächlich nur durch die Ausdehnung der Wirkungssphäre der oben beschriebenen Prozesse und durch den Grad des Zerfalles der Ganglienleisten an ihrem ursprünglichen Entstehungspunkt.

Die Ablösung des Neuralrohres vom Ektoderm, oder genauer vom lateralen Ektoderm, stösst, vom Punkt des ursprünglichen Schlusses ausgehend, am vorderen und hinteren Ende des Rumpfes auf solche Bedingungen, die ihren primitiven Verlauf einigermassen stören. Vorne liegt dieses Hinderniss hauptsächlich im Wachstum der Augenblasen, welche die Faltung der Wandungen ausgleicht und dadurch den Zerfall des Zwischenektoderms vermindert. Ausser der, bedeutende Störungen verursachenden Entwickelung der Hörgrübchen, werden wesentliche Veränderungen durch die im Rückenmarke stattfindende Abnahme der Dimensionen der Neuralrohrwandungen hervorgerufen. Eine besondere Beachtung gebührt den beiden letzteren Veränderungen.

Der Verschluss des Neuralrohres findet in der Gehörregion viel später statt als in den benachbarten Teilen desselben. Während vor und hinter dieser Region die Wandungen des Neuralrohres bereits verwachsen sind und wir es mit einem mehr oder weniger vorgeschrittenen Stadium des Ablösungsprozesses desselben vom lateralen Ektoderm zu tun haben, hat sich in der Gehörregion eine ziemlich breite offene Spalte zwischen den gegenüberliegenden Wülsten erhalten. Die Ursache dieser Erscheinung ist zweifellos in der durch die Entwickelung des Hörgrübchens hervorerufenen Spannung des Lateralektoderms zu suchen.

Dafür zeugt auch das Vorhandensein einer Streckung der Umschlagsfalte. Eigentlich haben wir es in dieser und den benacharten Regionen mit dem Auftreten einer zweiten Faltung der Neuralrohrwandungen unter der ersten zu tun. Das Zusammentreffen der gegenüberliegenden Wandungen ist also eine sekundäre. Die Ursache dieser Erscheinung ist ausschliesslich in der mechanischen Einwirkung des Hörgrübchens zu suchen, unter dessen Einfluss einerseits, infolge der Spannung des Ektoderms, die Vereinigung der Wandungen verspätet und, andererseits, sich das Niveau der Faltung, infolge des auf das Neuralrohr ausgeübten Druckes, senkt. Durch diese zwei Faktoren wird der eben geschilderte Vorgang, der

auf Textfig. 4 und 5 wiedergegeben ist, bedingt. Hinter der Gehörregion treten die Wandungen wieder zusammen, wie aus dem, demselben Embryo mit neun Somiten entnommenen Schnitt Fig. 22 Taf. II ersichtlich. Weiter nach hinten vereinfacht sich die Ablösung des Neuralrohrs allmählich dank der geringeren Ausbildung derselben. Die Schilderung dieses Prozesses verlege ich jedoch auf spätere Stadien, da er dann, sich auf den grössten Teil der Rumpfregion erstreckend, weit eingehender zu verfolgen sein wird; jetzt gehe ich zur Beschreibung der Veränderungen in den Ganglienleisten des vorliegenden Embryos über. Wie bereits gesagt, beginnt in diesem Entwickelungsstadium die Vermengung der sich ablösenden Zellen der Ganglienleisten mit den Mesenchymelementen an dem Enstehungspunkt der ersteren, oder, mit anderen Worten, an der

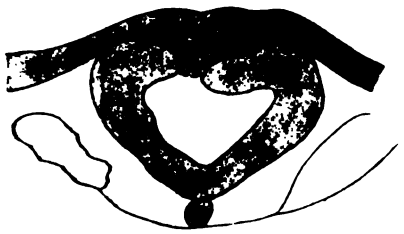


Fig. 4.

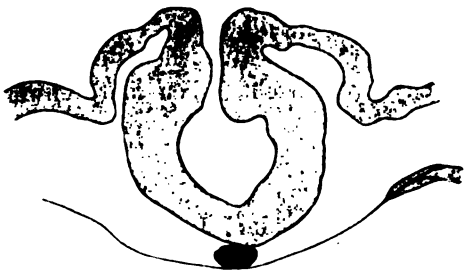


Fig. 5.

Stelle, wo die Ablösung des geschlossenen Neuralrohres vom äusseren Ektoderm beginnt. Von seinem Ausgangspunkt aus verbreitet sich dieser Prozess nach beiden Seiten und zerreisst die Ganglienleisten der prootischen Region so zu sagen in zwei Teile, einen vorderen und einen hinteren, die bei der Entwickelung des Embryos eine allmähliche Rückbildung erleiden. Auf diese Weise findet die auf den ersten Blick eigentümliche, bedeutende Ausbildung der Ganglienleisten im vorderen Kopfabschnitte statt, wo, ausser dem Ganglion trigemini rami ophtalmici und dem Ganglion ciliare, keine grossen Nervenganglien zur Ausbildung gelangen, worauf ja auch Goronowitsch hinweist. Hinter ihrem Entwickelungszentrum begegnet die Bildung der Ganglienleisten dem eben beschriebenen Vorgange in der Gehörregion. Letzterer übt eine doppelte Wirkung auf dieselben aus. Einerseits wird, infolge des verspätenden Schlusses der Neuralrohr-

wandungen, die Bildung der Ganglienleisten in dieser Region aufgehalten, da der mit der Ablösung des Neuralrohres im Zusammenhang stehende Zerfall des Ektoderms der Neuralwulsträndér aus den oben angeführten Gründen hier nicht stattfinden kann. Andererseits nehmen die Dimensionen der Ganglienleisten hier, dank der Streckung der Umschlagsfalte, durch die die Zerfallregion wesentlich vergrössert wird, bedeutend zu. Da ausserdem die Zerfallprodukte aus der epiotischen Region verdrängt werden und sich den benachbarten Ganglienleisten anschliessen, so erreichen letztere in der Gehörregion eine so starke Entfaltung, dass sie als besondere Bildungen mit ihrer eigenen Nomenklatur unterschieden wurden. Eine gewisse Begründung dieser Unterscheidung liegt darin, dass, infolge der Verzögerung des Schlusses und Ablösung des Neuralrohres in der Gehörregion, die Ganglienleisten in diesem Bezirke viel später auftreten als in den Nachbarbezirken, und zur Zeit ihrer Bildung die Ganglienleistenzellen der letzteren sich bereits mit dem Mesenchym vermischt haben und teilweise verschwunden sind. Wie wir jedoch oben gesehen haben, sind diese Eigentümlichkeiten rein mechanischen Ursprungs und können also keine Veranlassung geben, sie als besondere Bildungen der Ganglienleisten in der Gehörregion zu unterscheiden. Demzufolge ist die Einteilung Goronowitch's, welcher z. B. bei Vögeln sogar sekundäre prootische und tertiäre metaotische Leisten unterscheidet, nicht richtig.

Hinter dem Hörgrübchen ist das Neuralrohr in dieser Periode bereits geschlossen und es beginnt seine Ablösung vom Ektoderm. Bei den in Rede stehenden Embryonen kann dieser Vorgang in dem Distrikt beobachtet werden, welcher der künftigen Occipitalregion des Kopfes entspricht. Das hier beobachtete Bild nähert sich bedeutend den für die prootische Region geschilderten Verhältnissen. Ein Schnitt durch diese Region bei einem Embryo mit neun Somiten ist auf Fig. 22 Taf. II dargestellt. Der Hauptunterschied besteht darin, dass das Anwachsen der oben erwähnten Wülste des Neuralrohres in der Rumpfregion in weit geringerem Masse stattfindet. Dieser Umstand zieht auch eine bedeutend geringere Auscheidung von Ektodermzellen beim Zerfall und eine unverzügliche Verdrängung dieser Zellen nach den Seiten hin nach sich. Ausserdem spielt der Umstand eine grosse Rolle, dass das Nervenrohr hier nicht zusammengedrückt ist, weshalb die Wirkung mechanischer Faktoren, wie zum

Beispiel des seitlichen Druckes, welcher in der prootischen Region ziemlich scharf ausgeprägt ist, eine bedeutend geringere ist. Im Allgemeinen bleibt aber alles wie früher und das Verhältniss des Ablösungsprozesses des Neuralrohres und desjenigen der Bildung der Ganglienleisten bewahrt seine frühere Deutlichkeit. Nach hinten nehmen die Ganglienleisten im Zusammenhang mit der geringeren Entwickelung der Neuralrohrwandungen an Grösse ab. Im Rumpfe kommen sie, wie wir weiter unten sehen werden, gar nicht zur Ausbildung, da die Ablösung des Neuralrohres vom äusseren Ektoderm einfach durch Abspaltung voneinander stattfindet.

Was den Zerfallprozess der Ganglienleisten und die Vermischung ihrer Elemente mit dem Mesenchym anbetrifft, so hat Goronowitsch eine ausgezeichnete allgemeine Charakteristik desselben gegeben.

Ein gewisser Unterschied liegt nur in dem Verlust ihrer spezifischen Eigenart seitens der Zellen; doch werde ich bei der Beschreibung älterer Embryonen noch auf diesen zu sprechen kommen.

Dieser Prozess wird durch die allmähliche Ausbreitung der Ganglienleisten nach den Seiten hin eingeleitet. Wenn wir die beigefügten drei Schnitte Fig. 23 durch ein Fmbryo mit neun Somiten und Fig. 24 u. 25 Taf. II durch ein solches mit 10 Somiten miteinander vergleichen, so erkennen wir, dass die Ganglienleisten in die lateralen Teile des Rumpfes verdrängt werden. Diese Schnitte sind durch solche Regionen des Embryos geführt, wo die Vermengung der Mesenchymelemente mit denjenigen der Ganglienleisten noch nicht stattgefunden hat, und wo wir noch von einer kompakter Masse dieser letzteren reden können.

Zleichzeitig mit der Ausbreitung der Ganglienleisten macht sich auch eine Annäherung des äusseren Ektoderms an das Neuralrohr bemerkbar, was besonders deutlich aus dem Vergleich der Fig. 23 Taf. II und Fig. 25 Taf. II ersichtlich ist.

Im Allgemeinen ist dieser Entwickelungsprozess, wie er uns aus diesen Schnitten entgegentritt, demjenigen, dem wir im Rumpfe begegnen, ausserordentlich ähnlich. Nur erlangt dieser Prozess, in Abhängigkeit von den geringeren allgemeinen Dimensionen, nicht die Bedeutung und verläuft rascher.

Zur Zeit des Auftretens des zehnten Somiten beginnt die Bildung der Kiementaschen. Fürs erste differenziert sich nur das vorderste Paar derselben, welches allmählich der äusseren Körperwandung

näher rückt. Die Bildung der Kiemenspalten und der damit verbundene Zerfall des Ektoderms und Entoderms sind von Goronowitsch so ausführlich und vollständig geschildert worden, dass ich derselben nur flüchtig zu erwähnen brauche, hauptsächlich um die Bedeutung dieses, von dem erwähnten Forscher nicht genügend gewürdigten Prozesses hervorzuheben.

Einiges Interesse bietet die Lage der Neuromeren bei dem Embryo mit zehn Somiten. Wie wir am Sagittalschnitte auf Textfig. 6 sehen, lässt sich hier ausser den beiden grossen vorderen Einteilungen, bereits das Auftreten deutlicherer Einteilungen in der Gegend des vierten Ventrikels erkennen. In ihrer Lage giebt sich eine volle Analogie mit der von Neal für die Haifische festgestellten zu erkennen, das heisst, wir haben es mit zwei vorderen Blasen und drei

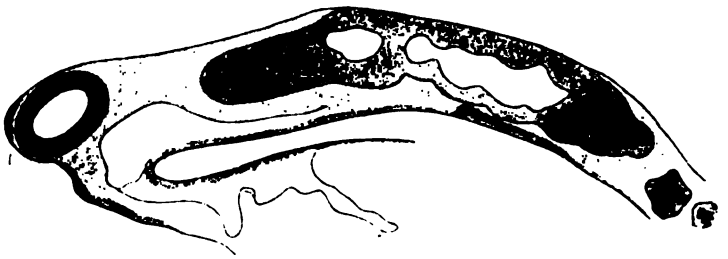


Fig. 6.

prootische Abschnitten zu tun. Was die Gehörabschnitte anbetrifft, so lässt sich die Frage über deren Analogie nur schwer beantworten, da dieses Organ sehr ausgedehnt und schwach differenziert erscheint. Vor dem ersten Somiten liegen noch zwei Gehirnabschnitte, die sich unabhängig von der Lage der segmentalen Mesodermorgane entwickelt haben; doch unterscheiden sie sich von den von Neal für Haifische angegebenen Verhältnissen dadurch, dass sie noch unter dem Hörgrübchen liegen, dessen verdicktes Ektoderm sich weit nach den Seiten hin erstreckt. So haben wir es mit einer völligen numerischen Uebereinstimmung mit den Haifischen zu tun; ein unbedeutender Unterschied besteht nur in der Lage der beiden letzten Neuromeren. Die weiteren nach hinten liegenden Einteilungen zeigen eine streng intrasomitale Lage, die obenerwähnten Kopfsomiten mitgerechnet. Was die Struktur der

einen und der anderen anbetrifft, so lässt sich nicht der geringste Unterschied nachweisen. Die von dem genannten Autor für die Kopfneuromeren als bezeichnend angegebene Struktur ist bei diesem Embryo noch nicht zu erkennen.

Ich muss mich nun noch der Vermischung der Ganglienleistenzellen mit dem Mesenchym zuwenden. Bei den in Rede stehenden Embryonen führt dieser Prozess noch nicht zur vollen Ausgleichung der einen und anderen Elemente. Obgleich sich die Leistenzellen auch vollständig von einander gelöst haben, so unterscheiden sie sich doch scharf von den Zellen des sie umgebenden Mesenchyms. Sie unterscheiden sich sowohl durch ihre äusserst intensive Tinktionsfähigkeit, besonders bei Anwendung von Heidenhain'schem Eisenhaematoxylin, als auch durch ihre bedeutende Grösse. Auf diese Weise kann ihre Verbreitung sehr leicht verfolgt werden, als deren Eigentümlichkeit ihr Bestreben das Ektoderm zu unterlagern und, so zu sagen, die äussere Schicht des Mesenchyms zu bilden, bemerkenswert erscheint. Diese Eigentümlichkeiten ermöglichen eine Beobachtung derselben auch während späterer Entwickelungsstadien des Embryos, zu denen ich jetzt übergehe.

Interessante Veränderungen treten beim Hühnchen gleichzeitig mit dem Auftreten des zwölften Somitenpaares in Erscheinung. Der bei den oben beschriebenen Embryonen eingeleitete Prozess der Vermischung der Leistenzellen mit dem Mesenchym ist bereits bedeutend vorgschritten. Als kompakte Gebilde sind die Ganglienleisten beinahe in der ganzen, vor der Gehörregion liegenden Abschnitt verschwunden und haben sich nur am Auge und am Hörgrübchen, das heisst an den Punkten, wo die Differenzierung später eintritt, erhalten.

Der vorderste Teil, der noch sein kompaktes Aussehen bewahrt hat, obgleich die Zellen der Ganglienleisten sich auch hier nach den Seiten hin ausgedehnt haben, was Goronowitsch ihrem Wachstum zuschreibt, liegt ungefähr in der Region der Ramus ophtalmicus nervi trigemini, steht jedoch in keiner direkten Beziehung zu demselben, da derselbe später allmählich verschwindet und seine Zellen sich mit dem Mesenchym vermischen. Die Bildung des zweiten erhalten bleibenden Distriktes der Ganglienleisten in nächster Nachbarschaft des Ohres steht zu dem in der Entwickelungperiode zwischen dem vorhergehenden und dem gegenwärtigen Embryo statt-

findenden Schlusse des Neuralrohres in dieser Region in innigster Beziehung. Im Zusammenhang mit den oben erwähnten Verhältnissen gelangen die Ganglienleisten hier zu hoher Ausbildung. Der Grund dafür liegt, wie oben erwähnt, in der Ausdehnung der Umschlagsfalte der Neuralrohrwandungen, wodurch bei Ablösung des Neuralrohres ein bedeutend grösserer Ektodermdistrikt zerfällt, und ausserdem in der Verdrängung der Leistenzellen unter dem Hörgrübchen, die sich dann teilweise den vorderen, teilweise den hinteren Ganglienleisten anschliessen. Im Zusammenhange mit letzterem Prozesse steht das eigenartige Bild der gewissermassen stattfindenden Vereinigung über dem Ohre der Anlage des Nervus acustico-facialis und derjenigen des Glossopharyngeus, die an der Stelle der vorderen und hinteren Gehörganglienleisten zur Ausbildung gelangt. Bevor ich zur Schilderung der Ganglienleisten der metaotischen Region übergehe, will ich die Beschreibung der Vorgänge im vorderen Kopfabschnitt abschliessen. Zur Zeit des Auftretens des zwölften Somitenpaares hat die Vermischung der Leistenzellen mit dem Mesenchym noch nicht zum vollen Verschwinden der Elemente der ersteren geführt. In der ganzen Vermischungsregion kann die Anwesenheit von Leistenzellen, welche in grösserer oder geringerer Anzahl vorhanden sind und durch ihre Färbungsfähigkeit und Grösse ziemlich scharf hervortreten, nachgewiesen werden. Ihre Lage bleibt dieselbe wie bei den vorhergehenden Embryonen und ihre Elemente werden beinahe ausschliesslich in den äussersten Schichten angetroffen.

Eine gewisse Anhäufung der Leistenzellen macht sich in der Nähe des künftigen Ramus mandibularis nervi trigemini bemerkbar. In dieser Region kann man schon zur Zeit des Auftretens des zwölften Somitenpaares ein gewisse Zellenanhäufung beobachten, welche die Gestalt eines Kegels annimmt, dessen Spitze der Mittellinie der oberen Seite des Neuralrohres zugewandt ist, während die Basis etwas vor der ersten Kiementasche, am Entstehungspunkt der künftigen epibranchialen Plakode dieses Astes zu liegen kommt.

Die Anhäufung von Leistenzellen kann zum Teil durch den späteren Zerfall der Ganglienleisten in dieser Region erklärt werden; diese Erklärung ist jedoch keine ganz befriedigende, in Anbetracht des vollständigeren Zerfalls der vor und hinter diesem Distrikt liegenden Teile der Ganglienleisten, was eher auf das Vorhanden-

sein eines neuen Prozesses, nämlich auf die Bildung der Anhäufungen der Lateralsträngen schliessen lässt. Letzteres wird auch durch ihre weitere Entwickelung bestätigt.

Die Frage von der scheinbar mit der Bildung des Mesenchyms aus den Leistenzellen in Zusammenhang stehenden Vermischung derselben lässt, meiner Ansicht nach, keine entschiedene Lösung dieser Frage zu. Erstens nehmen die Leistenzellen bei ihrer Vermischung mit dem Mesenchym verschiedene Stellungen in demselben an, und dieser Umstand ist, obgleich er bei sternförmigen Zellen mit nach allen Seiten gerichteten Fortsätzen keine Bedeutung hat, bei der Unterscheidung auf Querschnitten bipolarer spindelförmiger Zellen, wie sie die Elemente der Ganglienleisten darstellen, von grösster Wichtigkeit. Auf den Schnitten erhalten wir verschiedene Bilder einer solchen Zelle, je nachdem wie sich der Schnittwinkel zu ihrer Längsaxe verhält. Wenn die Ganglienleisten ihre kompakte Struktur und ihre Zellen ihre einander parallele Stellung einbüssen, verringert sich gleichzeitig auf den Querschnitten scheinbar ihre Anzahl und sie werden den Mesenchymzellen gleich. Dazu trägt noch der Umstand bei, dass die unbestimmten sternförmigen Zellen, als die der Ganglienleisten anfangs erscheinen, durch den Druck der sie umgebenden und sie zu einer unförmlichen Masse zusammenpressenden Gewebe, allmählich wieder eine bestimmte spindelförmige Gestalt annehmen, als die sie sowohl in den Ganglienleisten späterer Perioden als auch im primitiven Gewebe des ungestörten Ektoderms vorhanden sind. Die Schwierigkeit wird besonders dadurch erhöht, dass wir keine Ebene finden können, die den Längsaxen der Leistenzellen parallel wäre, da die Stellung derselben eine höchst unregelmässige ist. Also können wir an Schnitten nur die Zellen in Betracht ziehen, welche mehr oder weniger ihrer Längsaxe nach zerschnitten sind, während die anderen, perpendikulär zu letzterer zerschnittenen, unserer Beobachtung entgehen und, ihrem Aeusseren nach, den Mesenchymzellen gleichen. Dabei kann uns ihre intensive Färbungsfähigkeit ebensowenig zur Hülfe kommen, da die Färbung der Schnitte von dem Durchmesser der Zelle auf dem betreffenden Durschnitte abhängt. In Abhängigkeit von der bedeutenderen Grösse der Zellen und der Dichtheit des Gewebes, z. B. des Ektoderms, steht auch die intensivere Färbung derselben, da sie infolge ihrer Dimensionen und

ihrer Dichtigkeit auf den Schnitten der dekolorierenden Substanz länger widerstehen können. Ohne diesen Umständen eine entscheidende Bedeutung beizulegen, spreche ich mich nur gegen eine direkte Entscheidung dieser Frage im einen oder anderen Sinne ohne der erwähnten Vorbehalt aus. Persönlich bin ich eher der Meinung, dass die Ganglienleistenzellen ihre Eigenarten beibehalten und sich bei der Bildung der lateralen Stränge in diesen Regionen konzentrieren. Dafür spricht einigermassen auch die Tatsache, dass die Entwickelung der lateralen Stränge in der Region des N. trigeminus gleichzeitig mit dem Zerfall der Ganglienleisten beginnt.

Ein bedeutendes Interesse hat der um diese Zeit beginnende und bei dem in Rede stehenden Embryon bereits sehr deutlich ausgeprägte Zerfall der dorsalen Seite des Neuralrohres, wodurch letzteres bisweilen sekundär geöffnet erscheint. Diese Erscheinung tritt in der Gegend zwischen dem Nervus trigeminus und dem Ohr auf und greift nur in seltenen Fällen auf die metaotische Region über. Diese sekundäre Oeffnung unterscheidet sich von der primären scharf dadurch, dass sie sich auf das Neuralrohr beschränkt, über dem das den Körper bekleidende Ektoderm liegen bleibt. Ueber dem bis jetzt noch vom ersten Paar der lateralen Stränge eingenommenen Bildungsort des späteren Nervus trigeminus erreicht dieser Prozess niemals eine hohe Entwickelung; er ist in diesem Stadium häufig gar nicht zu erkennen und kommt hier nur in einer unbedeutende Aussonderung von Zellen aus den Wandungen des Neuralrohres während der älteren Stadien zum Ausdruck. Nach rückwärts nimmt die Aussonderung von Zellen jedoch stätig zu, bis sie endlich ihren Höhepunkt ungefähr in der Gegend des zweiten Paares der lateralen Stränge, welche den Nervus acustico-facialis präformieren, erreicht. Bei den von mir untersuchten Embryonen war der Zerfall der Neuralrohrwandung ein verschiedener. Während der Zerfall in einigen Fällen nur die oberen Schichten betraf, griff er in anderen auch auf die inneren über. Jedenfalls gelang es mir aber nie einen wirklichen, mit einer völligen obermaligen Oeffnung der dorsalen Seite des Neuralrohres verbundenen Zerfall der ganzen Wand zu beobachten; obgleich die innere Schicht gelichtet erschien, bewahrten die Zellen ihren Zusammenhang mit einander, und die typische Form der Dorsalwand blieb stets erhalten, wie dies auf dem Schnitte Fig. 26 Taf. II zu erkennen ist. Die Zerfallprodukte der Wandung

breiten sich nach den Seiten aus, wie wir weiter sehen werden, nehmen jedoch eine andere Stellung ein als die Ganglienleistenzellen. Diese Zellen schmiegen sich nämlich den Wandungen des Neuralrohres an. Es ist schwer zu entscheiden, ob dieser Vorgang die Fortsetzung der oben beschriebenen Bildung der Ganglienleisten darstellt, oder ob wir es mit einer Erscheinung sui generis zu tun haben.

In der metaotischen Region treten zur Zeit des Auftretens des zwölften Somitenpaares bedeutende Veränderungen ein. Die schon in früheren Stadien gebildeten Ganglienleisten verbreiten sich den vorderen analog nach den Seiten hin, unterscheiden sich jedoch scharf vom Mesoderm, infolge der Konzentration des letzteren in den Somiten. Sie nehmen hier die nämliche Stellung ein wie vor dem Ohre, nämlich zwischen dem in Somiten gruppierten Mesoderm und dem Ektoderm. Im Zusammenhang mit der vereinfachten Ablösung des Neuralrohres nimmt die Grösse der Ganglienleisten nach rückwärts hin ab bis dieselben ungefähr auf der Höhe des achten Somiten endlich ganz verschwinden. Der eben erwähnte Zerfall und die seitliche Bewegung der Leisten in der Occipitalregion isoliert vorne die um diese Zeit auftretenden hinteren Gehörleisten. In dieser Hinsicht erscheint der Vorgang demjenigen der Bildung des vorderen Paares durchaus analog. Infolge des, im Zusammenhang mit der Ohrentwickelung verspätenden Schlusses und Ablösung des Neuralrohres, treten sowohl die einen als die anderen völlig abgesondert auf, was eine Unterscheidung derselben als selbständige Gebilde veranlasste. Tatsächlich erscheinen sie aber als Endstadium desselben Prozesses, welcher nur infolge der Ohrentwickelung verspätet ist.

Die hinteren Gehörleisten unterscheiden sich von den vorderen einigermassen durch ihre Dichtigkeit und Kompaktheit, was wahrscheinlich mit der Entwickelung der Somiten in dieser Region, ebenso wie auch mit ihrer späten Bildung, zusammenhängt.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Neuromeren bei dem vorliegenden Embryo über.

Das hier beobachtete Bild kommt in dieser Beziehung dem von Neal für die Haifische beschriebenen sehr nahe. Wir begegenen hier den selben zwei Vorderblasen, den selben drei prootische Neuromeren des vierten Ventrikels, der selben Uebereinstimmung des vier-

ten Neuromers mit dem Ohr, und endlich dem selben Vorhandensein eines metaotischen Neuromers. Ein ziemlich bedeutender Unterschied besteht jedoch zwischen beiden in der Struktur. Die von Neal für die Kopfneuromeren des Haifisches als typische anerkannte Struktur kommt bei Vögeln noch nicht zum Ausdruck und hier sind Kopf- und Rumpfneuromeren noch absolut identisch.

Die beiden vorderen Blasen treten sowohl durch ihre Grösse, als auch durch ihre Struktur scharf hervor. Dieser sich gleich bei ihrer Entstehung bemerkbar machende Unterschied tritt im Laufe ihrer weiteren Entwickelung immer mehr und mehr hervor. Auf dem Sagittalschnitt Textfig. 7 sind diese Verhältnisse deutlich zu erken-

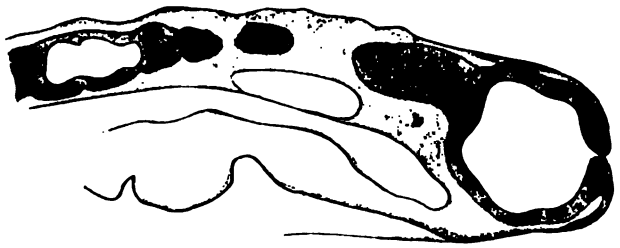


Fig. 7.

nen. Zur Zeit der Bildung des vierzehnten Rumpfsomitenpaares sehen wir ungefähr folgendes Bild.

Die Ganglienleisten haben sich als kompaktes Ganzes im vordersten Kopfabschnitt, in der Gegend der Augenblasen erhalten. Weiter begegnen wir ihnen in schon bedeutend verändertem Zustande in der Ohrgegend, wo sie das zweite und dritte Paar der lateralen Stränge bilden. In der Region der künftigen Ramus mandibularis nervi trigemini begegnen wir dem immer schärfer zu tage tretendeu ersten Paar der lateralen Stränge, deren Bildung schon am vorhergehenden Embryo beschrieben worden ist. Hinter dem dritten Paar der lateralen Stränge haben sich die Ganglienleisten bereits nach den Seiten hin verschoben, doch stellt sie ihre Lage und das Fehlen eines Zusammenhanges der gegenüberliegenden Leisten an der Dorsalseite, trotzdem sie eine mehr oder weniger kompakte Masse bilden, auf eine Stufe mit den vorderen, mit dem Mesenchym vermischten, prootischen Leisten. Im Rumpfe selbst sind keine Ganglienleisten

zu erkennen, da die Ablösung des Neuralrohres vom äusseren Ektoderm hier ohne Zerfall des Zwischenektoderms stattfindet. Die ausgestossenen einzelnen Zellen sammeln sich nie zu grösseren kompakten Massen an, welche den Kopfganglienleisten gleichgestellt werden könnten.

Dort, wo die Ganglienleisten bereits nicht mehr als kompaktes Ganzes existieren, treten ihre Zellen noch immer mehr oder weniger deutlich zwischen den Mesenhymzellen hervor. Besonders vollständig haben sie sich in der Kopfgegend zwischen dem ersten Paar der lateralen Stränge und den Augen erhalten, wo wir den meisten Zellen begegnen, die ihre primitiven Eigentümlichkeiten noch bewahrt haben. Abgesehen von dem ersten Paar der lateralen Stränge finden wir weiter Ganglienleistenzellen in der Zwischenregion zwischen dem ersten und zweiten Paar. Hier ist aber ihre Anzahl bedeutend geringer als bei den vorhergehenden Embryonen und es lassen sich nur vereinzelte Zellen unterscheiden. Andererseits macht sich eine bedeutende Zunahme der Masse des ersten Paares der lateralen Stränge bemerkbar. Wie wir weiter unten sehen werden, vergrössern sich gleichzeitig auch die beiden folgenden Paare. Fig. 27 Taf. II stellt einen durch das erste Paar geführten Schnitt dar. Dieselbe giebt die allgemeine Lage der Zellen dieses Stranges wieder. Von der Dorsalseite des Neuralrohres, von den zwischen letzterem und der äusseren Ektodermschicht gelegenen Zellen aus, erstreckt sich die Anhäufung der spindelförmigen Zellen des Stranges nach unten zu den Seitenteilen des Körpers, wo sie auf der Höhe der Kiemenspalten ihr Ende erreicht. Auf dem Niveaux der späteren Wurzeln des Nervus trigeminus ist eine gewisse Herausdifferenzierung sich dicht aneinanderschmiegender Zellen aus dem Strange zu erkennen.

Wenn wir bei starker Vergrösserung die Struktur des ersten Paares der lateralen Stränge beobachten, stossen wir auf folgende Schwierigkeit. Der Strang selbst besteht aus länglichen, spindelförmigen Zellen, welche in Längsreihen angeordnet sind, wie die Fig. 28 Taf. II zeigt; charakteristisch ist für diese Zellen ihre einander parallele Stellung, welche sie aus dem umgebenden Mesenchym hervorhebt. Auf ungefähr der Längsaxe dieser Zellen parallel geführten Querschnitten durch Embryone treten dieselben dementsprechend ausserordentlich scharf hervor. Ausser ihrer typischen

Lage und Struktur wird dabei auch eine intensivere Färbung beobachtet, welche, meiner Ansicht nach, davon abhängt, dass die Schnittrichtung mit ihrer Längsaxe zusammenfällt, was ihre tingierbare Fläche vergrössert. Zwischen diesen Zellen und dem sie umgebenden Mesenchym bildet eine Reihe von Zellen, welche allmählich ihre bestimmten Merkmale einbüssen, den Uebergang.

Bedeutend unterscheidet sich von den Zellen des Stranges auch die Struktur der obenbeschriebenen Abzweigung auf dem Niveaux der Trigeminuswurzeln. Die Zellen dieser Abzweigung besitzen bereits keine regelmässige Anordnung und erscheinen auf Querschnitten ähnlich den Mesenchymelementen meist sternförmig. Von letzteren unterscheiden sie sich nur durch ihre dichtere Stellung. Zwischen diesen Zellen und den spindelförmigen des Stranges existiert ein voller Uebergang. Eine besondere Eigentümlichkeit dieser Region bildet das Vorhandensein zwischen den Zellen einer Menge von Plasmadistrikten, die augenscheinlich solche Zellen darstellen, deren Kern vom Schnitt nicht berührt wurde. Im Mesenchym sehen wir nichts dergleichen. Dieser Umstand lässt auch hier voraussetzen, dass die spindelförmigen Zellen ihre ursprüngliche Stellung eingebüsst haben, so dass ihre Längsaxe mit der Schnittebene nun einen rechten Winkel bildet, wodurch eine grosse Anzahl von Querschnitten nur ihr Plasma allein berührt.

Etwas nach rückwärts von den ersten lateralen Strängen macht sich ein Zerfall der Dorsalwandung des Neuralrohres bemerkbar. Im Zusammenhang mit dem völligen Verschwinden der Ganglienleisten als kompaktes Ganzes in dieser Region und mit der Entwickelung des Zerfallprozesses in der Wand des schon geschlossenen Neuralrohres stehen gewisse charakteristische Erscheinungen. Der Zerfall erstreckt sich in diesem Stadium ausschliesslich auf die äusseren Schichten, wie die Fig. 29 Taf. II zeigt.

In der Dorsalwand treten dabei Höhlungen auf, die Zellen derselben verlieren allmählich ihren Zusammenhang und werden ausgestossen. Nur die innere Schicht behält ihren primitiven Zustand bei und bildet das allmählich dünner werdende Dach des vierten Ventrikels; die ausgestossenen Zellen gleiten gewissermassen an den Wandungen des Neuralrohres herab. Ein bedeutender Teil derselben häuft sich auf dem Niveaux der Wurzeln der Gangliennerven an, an deren Entwickelung sie wahrscheinlich teilnehmen. Ein voll-

ständigeres Bild dieses Vorganges sehen wir auf Fig. 30 Taf. II. Der Zerfall der Dorsalwand ist hier weit vorgeschritten und in ihren äusseren Schichten hat sich die Verbindung der Zellen vollständig gelöst und dieselben sind in einzelne Elemente zerfallen. Diese Zellen der äusseren Schichten der Dorsalwand sehen wir auf Fig. 30 Taf. II in verschiedenen Stellungen längs der Neuralrohrwand, an der sie herabgleiten. Ebenso wie die Ganglienleistenzellen unterscheiden sich auch die Zellen der Dorsalwand vom umgebenden Mesenchym durch ihre bedeutendere Grösse und der damit verbundenen intensiveren Färbungsfähigkeit, ebenso wie durch ihre Spindelform.

Neben dem zweiten Paare der lateralen Stränge hat der Zerfall der Dorsalwand im zentralen Teile des Neuralrohres bereits seinen Abschluss erreicht, und dauert in intensiver Form nur in den lateralen Teilen der späteren Decke des vierten Ventrikels fort. Weiter nach rückwärts in der Gehörgegend beschränkt sich der Zerfall der Dorsalwand wieder auf ihren medianen Streifen, ebenso wie im Rumpfe, wie wir dies weiter sehen werden. Es ist überhaupt bemerkenswert, dass der Grad des Zerfalls in bedeutendem Masse von der Lage der künftigen Nerven abhängt und an den Orten ihrer späteren Bildung bedeutend schärfer und intensiver ausgeprägt ist. Der im Rumpfe beobachtete direkte Zusammenhang dieses Prozesses mit der Bildung der Rückmarksganglien und die Beziehung zwischen der Lage der Gangliennerven des Kopfes und den Punkten des intensiveren Zerfalls der Dorsalwand deutet auf die Wahrscheinlichkeit einer Anteilnahme der Elemente der letzteren an der Bildung der Kopfnerven hin.

Auf dem Schnitt Fig. 31 Taf. II sehen wir, dass die Elemente der Dorsalwand des Neuralrohres sich den Zellen des zweiten Paares der lateralen Stränge anschliessen. Dabei ist keine Strukturdifferenz zwischen den einen und den anderen zu merken.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem zweiten Paar der lateralen Stränge dieses Embryos und denes des vorhergehenden besteht darin, dass ihre Elemente, abgesehen von ihrer grösseren Ausbildung, nach unten rücken, weshalb das zweite Paar auf den Niveaux des Hörgrübchens am massivsten entwickelt ist. Was den Strukturunterschied zwischen dem ersten und zweiten Paar anbetrifft, so besteht er lediglich in der bedeutenderen Mächtigkeit des letzten und der

Anteilnahme einer dementsprechend grösserer Anzahl von Elementen an seiner Bildung. Wie im ersten Paar, so besteht auch im zweiten ein voller Uebergang von den spindelförmigen Zellen zum Mesenchym. Bei Beschreibung des ersten Paars habe ich einer wichtigen Tatsache nicht erwähnt, dass nämlich unten die dem lateralen Strange in seiner ganzen Ausdehnung eigene Struktur verschwindet. In diesem Teile erscheinen seine Zellen auf Querschnitten nicht mehr spindelförmig und nur durch ihre dichtere Lage heben sie sich von dem umgebenden lockeren Mesodermgewebe ab. Diesem Unterschied in der Dichtigkeit kommt eine wesentliche Bedeutung zu, und neben einer grossen Anzahl von Zellen, deren Kern vom Schnitt berührt ist, begegnen wir einer ganzen Reihe von Schnitten durch den plasmatischen Teil der Zellen. Durch die weitere Abwärtswanderung der Zellen der lateralen Stränge werden diese Anhäufung im Laufe der weiteren Entwickelung vergrössert.

Dieselben Erscheinungen lassen sich auch im dritten Paar der lateralen Stränge beobachten. Wie die Fig. 32 Taf. II zeigt, tritt hier als Nebenfaktor ein, wenn auch schon bedeutend zerfallener, Somit auf. Alle früher erwähnten Faktoren spielen hier die nämliche Rolle. Die Struktur des dritten Paares der lateralen Stränge, ebenso wie ihre Beziehungen zu den umliegenden Organen, bleiben dieselben. Nur die grössere Dichtigkeit des Gewebes in der Gegend des dritten Paares ist erwähnenswert. Ein grosses Interesse bietet das Verhältniss des dritten Paares der lateralen Stränge zu den Zellen der hinteren Ganglienleisten, welche zu dieser Zeit nach den Seiten des Körpers hin, ungefähr auf die Höhe der künftigen Kiemenspalten. gerückt sind. Diese lateralen Zellanhäufungen stehen mit dem unteren Teil des dritten Paares der lateralen Stränge in unmittelbarem Zusammenhang. Die Struktur dieses Teiles des letzten Paares unterscheidet sich durch nichts von den beiden ersten und ihre Elemente weisen denselben Verlust ihrer Spindelform und dieselbe bedeutende Verdichtung auf. Auf diese Weise haben wir, dank der Verbindung ihres unteren Teils mit den hinteren Occipitalganglienleisten, die Möglichkeit einiges Licht auf die Vorgänge in den lateralen Strängen zu werfen. Oben haben wir gesehen, dass das Auftreten der Occipitalganglienleisten derjenigen des dritten Paares der lateralen Stränge vorausgeht, da letztere, infolge des in der Gehörregion verspätenden Schlusses des Neuralrohrs, sich etwas später entwickeln.

Weiterhin rücken die Ganglienleisten allmählich nach den Seiten des Körpers, wobei sie in einzelne Zellen zerfallen, unter denen jedoch ein gewisser topographischer Zusammenhang in Gestalt eines Klumpens bestehen bleibt. Die später entstandenen Ganglienleisten des dritten Paares sind ihnen darin gefolgt und haben, infolge des sehr allmählich vor sich gehenden Schlusses des Neuralrohres und der Bildung der Ganglienleisten, Hinweise auf einen innigen Zusammenhang mit den hinteren bewahrt. Da die hinteren Ganglienleisten keinen Ausschluss der supraotischen Ganglienleistenzellen erfahren und überhaupt weniger entwickelt sind, können sie als Hinweis auf den Entwickelungsgrad des dritten Paares der lateralen Stränge dienen. Auf Grund ihrer Entwickelungsganges können wir konstatieren, dass die Ganglienleistenzellen nach den Seiten rücken und dass die wahre Ursache des Verlustes der primitiven Struktur im unteren Teile des lateralen Stranges in der mechanischen Einwirkung der oberen Zellenschichten auf denselben zu suchen ist.

Von grosser Bedeutung ist in dieser Hinsicht das Vorhandensein eines völlig erhaltenen Somiten, wie Fig 33 Taf. II zeigt, die einen Schnitt durch die Gegend des zweiten Somitenpaares darstellt; diese Somiten erlauben uns die Zellen des Mesoderms zu kontrollieren. Dabei ist noch zu beachten, dass zu dieser Zeit der Zerfallprozess der Dorsalwand in diesem Teil des Neuralrohres noch nicht entwickelt ist, und nur die Elemente der Ganglienleisten vorhanden sind, welche sich hauptsächlich in den lateralen Teilen des Körpers gruppiert haben.

Im Rumpfe sind die Ganglienleisten, wie bereits gesagt, beinahe gar nicht entwickelt, weshalb die Anhäufungen hinten allmählich verschwinden.

Mich zum Schlusse den oben beschriebenen Vorgängen zuwendend, muss ich bemerken, dass keine handgreiflichen Tatsachen für die Mitwirkung des Mesenchyms an der Bildung der lateralen Stränge anzuführen sind. Bei der Unterscheidung der Ganglienleistenzellen vom Mesenchym dient uns, wie oben gesagt, die bedeutendere Grösse der ersteren, die damit verbundene intensivere Färbungsfähigkeit bei regressiver Färbung und ihre spindelförmige Gestalt als Kriterium. Letzterer Faktor hat, wie bereits gesagt, eine äusserst wichtige Bedeutung beim Studium der Ganglienleistenzellen an Schnitten. Da dieser Umstand zur Entscheidung der Frage im einen oder anderen

Sinne von besonders grosser Wichtigkeit ist, will ich etwas näher auf denselben eingehen. In der Tat—denken wir uns spindelförmige Zelle in verschiedenen Richtungen zerschnitten und betrachten wir das erzielte Resultat. Ist der Schnitt senkrecht zur Längsaxe geführt, so erkennen wir auf demselben einen kleinen, von einer dünnen Schicht umgebenen Kern. Kern und Plasmaschicht sind umso geringer, eine je gestrecktere Gestalt die betreffende Zelle besitzt, je mehr ihr Kern folglich in die Länge gezogen ist und je bedeutender und schärfer sie also auf Längsschnitten hervortreten müsste. Nehmen wir an, dass eine solche spindelförmige Zelle mit Längsrippen versehen ist, so wird sie auf Querschnitten sich mehr oder weniger der Sternform nähern, je nachdem diese Rippen mehr oder weniger hervortreten; wir haben aber nicht die geringste Möglichkeit, die Existenz solcher Rippen oder Plasmaauswüchse der spindelförmigen Zelle nachzuweisen, da wir das Objekt ausschliesslich auf Schnitten studieren. Je mehr die Schnittfläche sich der Längsaxe nähert, desto mehr werden die spindelförmigen Zellen in die Länge gezogen und grösser, die Kerne länger erscheinen. Wenn Rippen und Auswüchse existieren, wird die Sternform bis zu einem gewissen Grade beibehalten werden; ihre Dimensionen werden jedoch abnehmen und sie wird sich ausschliesslich an den Polen konzentrieren; zugleich wird auch, mit Vergrösserung der Schnittfläche durch die Zelle, die Tinktionsfähigkkeit der letzteren bei regressiver Färbung zunehmen, da eine grössere Zelle, dank ihren Dimensionen, die Färbung auf Schnitten länger behält. Diese Verhältnisse werden so lange zunehmen, bis sie auf dem mit der Längsaxe übereinstimmenden Schnitte ihr Maximum erreichen. Eine interessante Illustration bieten in dieser Hinsicht die bei progressiven Färbungen erhaltenen Daten, da deren Wirkung, bem Fehlen spizifischer chemischer Eigenschaften der Zelle, eine entgegengesetzte sein muss. Interessant ist auch der Vergleich mit Schnitten durch ein in toto gefärbtes Objekt, da wir hier einem indifferenten Verhalten der Farben den Dimensionen der Zelle gegenüber auf deren Schnittfläche begegnen; der Unterschied in der Färbungsfähigkeit der einen oder anderen muss wegfallen, wenn er nicht durch die spezifische Struktur des Zellplasmas bedingt wird.

Goronowitsch's Hinweis auf ein baldiges Verschwinden des Unterschiedes in der Färbungsfähigkeit ist in dieser Beziehung interessant. Er färbte seine Objekt in toto, und die Ursachen der Diffe-

renzierung konnten nur spezifische, von den Dimensionen der Zellen auf den Schnitten unabhängige, sein, also müssen wir auf Grund seiner Befunde anerkennen, dass die mit der Struktur des Plasmas im Zusammenhang stehenden organischen Ursachen der Färbungsfähigkeit bald verschwinden. Dieser Punkt enthält jedoch keinerlei Daten zur Entscheidung der Frage über den Erwerb der dem Mesenchym eigenen Züge seitens der Ganglienleistenzellen. Viel wichtiger ist in dieser Hinsicht die Färbung der Schnitte durch regressive Farben. Dabei lassen sich die Ganglienleistenzellen vom Mesenchym sehr genau differenzieren. Die Anwendung progressiver Färbungen der Schnitte ergab indifferente Resultate, da eine genaue Regulierung dieses Prozesses nicht möglich ist. Jedenfalls liessen sich die Ganglienleistenzellen bei Anwendung der progressiven Färbung auf Schnitten nicht differenzieren, während sie bei regressiver Färbung scharf hervortraten, die frühen Stadien, übrigens, ausgenommen.

Diese Erwägungen zwingen uns zum Schluss, dass, bei scheinbarem Uebergange des Mesenchyms in das Gewebe der lateralen Stränge und Verschwinden der Ganglienleistenzellen, wir es mit einer Veränderung der der Schnittfläche parallen Lage dieser Elemente zu tun haben. Wir haben hier, mit anderen Worten, eine Veränderung der für die Beobachtung günstigen normalen Lage dieser Elemente, wo die Längsaxe der Schnittfläche parallel verlief, vor uns. Die in verschieden Winkeln durchschnitten Zellen gewähren infolgedessen einen Anblick, der sich mehr oder weniger demjenigen der Mesenchymzellen nähert. Die Mesenchymzellen zeigen jedoch eine etwa kugelförmige Gestalt mit in allen möglichen Flächen auslaufenden Fortsätzen, weshalb die Zelle im Durschnitt beständig, ungeachtet deren Richtung, dieselbe Sternform aufweist.

Nach diesen Erörterungen, bleibt uns noch zu betrachten übrig, ob solche Vorgänge stattfinden, die auf eine Lageveränderung der spindelförmigen Zellen der Ganglienleisten und Lateralstränge hindeuten. Bei Besprechung der Ganglienleisten habe ich bereits bemerkt, dass ihr Verschwinden mit der Vermengung ihrer Elemente mit dem Mesenchym in Zusammenhang stehe; während dieses Prozesses nehmen die Ganglienleistenzellen die mannichfachsten Lagen an, doch kommt dazu noch die Möglichkeit, dass sich ihre Elemente in der Region der in Entwickelung begriffenen lateralen Stränge konzentrieren, worauf die Gleichzeitigkeit des Auftretens

und der Entwickelung des ersten Lateralstranges und des Verschwindens der Ganglienleistenzellen hinweist. Was die lateralen Stränge anbetrifft, so verfügen wir über folgende Daten. Erstens kann die Bewegung der Ganglienleistenzellen nach den Seiten des Rumpfes ein teilweises Aufhalten und Verwickelung der mit dem Mesenchym in Berührung stehenden Zellen verursachen; dabei werden die Zellen um so weniger in Mitleidenschaft gezogen, je näher zum Zentrum sie gelegen sind, wobei sie dann in grösserem Masse die vorteilhafteste Lage längs der Strömung bewahren. Auf Querschnitten, welche der Längsaxe der zentralen Zellenreihen nach geführt sind, nähern sich die äusseren infolgedessen allmählich dem Ansehen einer gewöhnlichen Mesenchymzelle, was damit zusammenhängt, dass ihre Längsaxen eine zur Schnittflächte senkrechte Stellung annehmen. Dass eine derartige Strömung stattfindet, dafür habe ich oben, meiner Ansicht nach, bereits genug gewichtige Beweise angeführt. Besonders scharf tritt diese Erscheinung an den unteren Teilen hervor, wo die Zellen in ihrer Bewegung aufgehalten werden und deshalb ihre regelmässige Stellung einbüssen. Ausserdem muss dieselbe Erscheinung auch dann eintreten, wenn die Ganglienleistenzellen sich bei Bildung der Lateralstränge konzentrieren. Diese Zellen verlieren ihre vorteilhafte Lage auf den Querschnitten, da sie eine zur Schnittebene mehr oder weniger vertikale Stellung erhalten; indem sie sich nun dem lateralen Strange anschliessen und ihre Längsaxe eine, den übrigen Strangzellen, und also auch der der Längsaxe nach geführten Schnittebene parallele Stellung annimmt, werden sie immer deutlicher sichtbar. Wie bereits erwähnt, können diese beiden Prozesse durch gewichtige Beweise bestätigt werden. Eine ausführlichere Erörterung dieser Frage verschiebe ich bis zum Schlusse; hier begnüge ich mich mit der Bemerkung, dass Goronowitsch's Hinweis auf die Anteilnahme des Mesenchyms an der Bildung der lateralen Stränge, aus oben erwähnten Gründen nur als eine mehr oder weniger wahrscheinliche Voraussetzung anzusehen ist, ebenso wie auch die eben angeführten Betrachtungen.

Wie oben erwähnt wurde, verschwindet zu dieser Zeit der zweite Kopfsomit, nach Goronowitsch's Nomenklatur; der erste Kopfsomit verschwindet schon viel früher, ungefähr während des Stadiums mit dreizehn Somiten. Der so bald eintretende Zerfall kann, meiner

Ansicht nach, als eine nochmalige Bestätigung dessen aufgefasst werden, dass hier eine Reduktion der vorderen, zuerst entstandenen Somiten stattfindet. Die durchaus allmähliche Reduktion, die sich von den vorderen Kopfauswüchsen auf die Somiten fortsetzt und die mit einer ebenso allmählichen, in derselben Richtung vor sich gehenden ursprünglichen Entstehung übereinstimmt, spricht nochmals dafür, dass die vorderen Kopfsomiten als Resultat der Reduktion der zuerst entstandenen Somiten anzusehen sind. Ohne mich bei diesem Prozess, den ich am Schlusse noch ausführlich betrachten werde, länger aufzuhalten, gehe ich zur Beschreibung der weiteren Entwickelung des Hühnerembryos über.

Zur Zeit des Auftretens des fünfzehnten Somitenpaares finden wir die Ganglienleisten in ungefähr denselben Distrikten des Kopfes des Embryos wieder, doch hat ihre innere Struktur recht bedeutende Veränderungen erlitten.

Auf den vorderen Abschnitt der Ganglienleisten werde ich nicht näher eingehen, da sich hier nur die mehrmals erwähnte Senkung und recht bedeutende Lockerung der Ganglienleisten bemerkbar macht. Rückwärts von diesem Distrikt lassen sich auf der ganzen Strecke zwischen dem Auge und dem ersten Paar der lateralen Stränge unter den Mesenchymzellen deutlich hervortretende Ganglienleistenzellen erkennen. Die Struktur der Stränge weist keine besonderen Veränderungen auf, abgesehen von der eintretenden Verbindung derselben mit Gruppen der aus der Dorsalwand des Neuralrohres migrierten Zellen, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde. Im ersten Paar der lateralen Stränge lassen sich, im Vergleich zu dem vorhergehenden Embryo, nur wenig Veränderungen konstatieren. Sie bestehen zum Teil in einer Vergrösserung der Masse des ersten Strangpaares und hauptsächlich in einen dichteren Lage ihrer Elemente. Zugleich wird aber das bei Beschreibung des Uebergangs der Strangelemente in das Mesenchym bei den vorhergehenden Embryonen gegebene Bild in vollem Umfange bewahrt. Beachtungswert sind in diesem Stadium noch die im umgebenden Mesenchym hervortretenden typischen spindelförmigen Zellen des Stranges und die Konzentration derselben im unteren Teil, welche wahrscheinlich mit der Ansammlung seiner Zellen an der künftigen Bildungsstelle der epibranchialen Plakode in Verbindung steht. Eine analoge Erscheinung haben wir bereits bei der Beschreibung der late-

ralen Stränge der vorigen Embryone konstatiert. Wie wir weiter unten bei der Beschreibung der hinteren Paare bei dem in Rede stehenden Embryo sehen werden, hat dieser Prozess in vollem Masse für dieselben Gültigkeit.

Was den Anschluss der aus der Dorsalwand migrierten Zellengruppen an das erste Paar der lateralen Stränge anbetrifft, so verdient das hier beobachtete Bild dieses Prozesses eine genauere Betrachtung, da diese Zellen an der weiteren Entwickelung der Nerven teilnehmen. Bei Beschreibung der früheren Embryone wies ich bereits auf die typische Lage der aus der Dorsalwandung migrierenden Zellen hin. Grösstenteils gleiten sie längs der Wand des Neuralrohres herab und gruppieren sich auf dem Niveaux der Wurzeln der Gangliennerven. Bei der weiteren Entwickelung bleiben diese Gruppen nur an den Lateralsträngen des ersten und zweiten Paares bestehen, wo sie eine äusserst typische Struktur annehmen, durch die sie sich späterhin in den Nervenwurzeln als Kernchen abheben. Die im ersten Paar der lateralen Stränge erhalten bleibende Gruppe zeigt zu dieser Zeit eine ausgeprägte Struktur, die derjenigen der oben beschriebenen Abzweigung des Lateralstranges, mit welcher sie Beziehungen erhält, ähnelt. Ebenso wie dort haben wir auch hier einen Distrikt dicht aneinander liegender Zellen, welche die umgebenden etwas an Grösse übertreffen und zwischen denen sich Plasmadistrikte befinden, welche der ganzen Masse ein äusserst kompaktes Aussehen und eine ertwas netzartige oder spongiöse Struktur verleihen. Der Unterschied zwischen beiden Gebilden besteht hauptsächlich in der Tendenz der Zellen der migrierten Gruppe sich den Wänden des Neuralrohres dicht anzuschmiegen; im Allgemeinen lässt sich jedoch keine scharfe Grenze zwischen beiden Geweben in den Wurzeln des ersten Paares ziehen.

In der Region des zweiten Paares der lateralen Stränge erreicht die Migration der Zellen der Dorsalwand eine hohe Entwickelung, welche die des vorigen Embryos bei weitem übertrifft. Wie bei letzterem konzentriert sie sich ausschliesslich in den Lateralteilen der um diese Zeit schon verdünnten Decke des vierten Ventrikels. Fig. 34 Taf. III stellt einen Schnitt dar, welcher gerade durch die sich näher zum hinteren Teile des Lateralstranges befindende Gegend der maximalen Zellenmigration geführt ist. Wie im ersten Paar der lateralen Stränge so lässt sich auch im zweiten die volle

Bildung des Kernes aus migrierten Zellen nur im hinteren Teile des Stranges beobachten. Im Zusammenhang mit der in diesem Kopfabschnitt bedeutenderen Zellenmigration, als in der Gegend des ersten Paares, sind auch die Dimensionen des Kernes wesentlich grösser und seine Struktur eine weit schärfer ausgeprägte als beim vorigen. Zur Zeit der Bildung des fünfzehnten Somitenpaares erscheint der Kern des zweiten Paares der lateralen Stränge schon als scharf gesonderter Zellklumpen über dem Blutgefäss. Bei näherer Untersuchung hat es den Anschein, als hätten wir es hier mit vom Gefäss aufgehaltenen Zellen zu tun, welche sich im Winkel angehäuft haben. Wie wir weiter unten sehen werden, spielt dieser Kern eine wesentliche Rolle bei der Entwickelung des Nervus acusticus.

Es ist interessant diesen Kern mit den weiter unten zu erwähnenden Zellgruppen zu vergleichen, welche im Rumpfe aus der Dorsalwand des Neuralrohres migrirenden Zellen ihren Ursprung verdanken.

Nach vorne von dem auf Fig. 34 Taf. III dargestellten Schnitte verjüngt sich der in Rede stehende Kern und am Orte der stärksten Entwickelung des zweiten Lateralstranges sehen wir nur eine schmale Leiste von Zellen, welche sich der Wand des Neuralrohres dicht anschmiegen, wie Fig. 35 Taf. III zeigt.

Abgesehen von der Bildung der eben beschriebenen Zellgruppe, treten in der Struktur des zweiten Paares der lateralen Stränge folgende bemerkenswerte Veränderungen auf. Die Zellen des Stranges nehmen, wie auf Fig. 35 Taf. III deutlich zu sehen ist, eine einander parallele Stellung ein, sich vom umgebenden Mesenchym scharf abgrenzend. Ein typisches Bild dieser Struktur bieten die oberen Teile der Stränge, doch ausschliesslich an solchen Schnitten, deren Fläche mehr oder weniger mit den Längsaxen der den Strang bildenden spindeltörmigen Zellen zusammenfällt. Auf Schnitten, die in anderer Richtung geführt sind, wird das Bild jedoch unklar, da die Zellen im Querschnitte sich den Mesenchymzellen nähern und infolgedessen das ganze Bild dem gleicht, was wir in den Kernen an der Basis der Stränge gesehen haben. Dieser Umstand weist nochmals darauf hin, mit welcher Vorsicht man über die Verwandtschaft der Elemente zweier Embryonalgewebe beim Studium derselben an Schnitten zu urteilen hat, da hier mit Ausnahme der Zellform alle merklichen spezifischen Kennzeichen weg-

fallen. Im unteren Teil der Stränge erkennt man, ebenso wie bei den vorigen Embryonen, eine Zellhäufung. Die Struktur des Gewebes dieser Anhäufung unterscheidet sich von denjenigen des übrigen Stranges, ebenso wie bei den vorigen Embryonen; sie gleicht viel eher der primitiven Kernstruktur, nur ist sie viel dichter. Ebenso wie früher, existiert von dieser Anhäufung zum Mesenchym ein allmählicher Uebergang, wie auch im vorderen und hinteren Paar der lateralen Stränge.

Die Entstehung dieser Zellanhäufungen schreibt Goronowitsch zum grössten Teile dem Mesenchym zu und teilweise auch den bei der Bildung der Kiemenspalten zerfallenen Zellen, welche sowohl dem Ektoderm, als auch dem Entoderm angehören. Einer der Gründe, die er zu Gunsten dieser Voraussetzung anführt, ist die bedeutende Vergrösserung der lateralen Stränge, die sich seiner Ansicht nach nicht durch die inneren Bildungsprozesse allein erklären lässt. Dieser Grund erscheint mir nicht als genügend beweiskräftig und ich halte vielmehr die oben angeführten Ursachen der starken Entwickelung der lateralen Stränge für viel wahrscheinlicher; ausserdem scheint mir die von Goronowitsch den als Zerfallprodukt des Ekto- und Entoderms bei der Bildung der Kiemenspalten auftretenden Zellen zugeschriebene Bedeutung durchaus übertrieben. Die Anzahl der dabei frei werdenden Zellen ist eine so geringe, dass uns, wollten wir die Vergrösserung der unteren Anhäufungen diesen Zellen zuschreiben, viel eher ihre energische Vermehrung in Erstaunen versetzen müsste, welche viel rätselhafter wäre als das eigene Wachstum der lateralen Stränge oder die Vergrösserung ihrer unteren Teile im Zusammenhang mit der Abwärtsswanderung der Zellen der oberen Abschnitte. Einen sehr bestimmten Hinweis auf letzteren Prozess bildet die allmähliche Ablösung des lateralen Stranges von der Dorsalseite des Neuralrohrs. Nur da, wo eine mehr oder weniger bedeutende Migration der Zellen der Dorsalwand stattfindet, begegnen wir bei dem vorliegenden Embryo einem derartigen Zusammenhange, die primär aus den Ganglienleisten entstandenen Zellen haben sich dagegen schon alle bedeutend herabgesenkt und dabei ihr primitives Verhältniss zum Neuralrohr eingebüsst.

Einer noch klareren Illustration dieses Prozesses begegnen wir in der Entwickelung des hinteren Paares der lateralen Stränge der

Gehörregion und der hinteren occipitalen Ganglienleisten überhaupt.

Der über dem Ohr liegende Teil des dritten Paares der lateralen Stränge ist zur Zeit der Bildung des fünfzehnten Somitenpaares bereits bedeutend dünner geworden. Der hinter dem Ohre liegende Teil derselben hat sich schon herabgesenkt, sich mehr oder weniger der epibranchialen Region nähernd, und nur ein unbedeutendes Bündel (cf. Fig. 36 Taf. III) über dem Ohre abgesonderter und sich nun allmählich um das Ohr herum dem gesunkenen Teile anschliessender Zellen ist erhalten geblieben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass das Ohr die einzige Ursache, die sie hier aufhält und sie in ihrer Senkung hindert, bildet.

Bei Beschreibung der weiteren Embryone werden wir uns von der grossen Wahrscheinlichkeit dieser Voraussetzung überzeugen können, da dieses Bündel allmählich von seinem oberen Teile an verschwindet. In den übrigen Punkten bietet die Struktur des dritten Paares der lateralen Stränge bei diesem Embryo im Vergleich zum vorhergehenden keine besonders interessanten Eigentümlichkeiten, abgesehen von den engeren Beziehungen derselben zu den in die epibranchiale Region herabgesunkenen occipitalen Ganglienleisten. Letztere sind um diese Zeit so reduziert, dass ihre hinteren, schon an und für sich, wie wir es früher sahen, sehr unbedeutenden Teile jetzt entweder einfach verschwinden, oder, was wahrscheinlicher ist, mit den vorderen Abschnitten verschmelzen.

Um diese Zeit beginnt der Zerfallprozess der Dorsalwand des Neuralrohres auch im Rumpfe. Das Bild desselben ist im Allgemeinen dem oben bei der Beschreibung des Kopfes entworfenen sehr ähnlich. Die migrierten Zellen behalten dieselbe typische Lage längs den Wänden des Neuralrohres bei und gruppieren sich ebenso wie im Kopfe. Diese Gruppen vergrössern sich allmählich, wie die Fig. 37 Taf. III zeigt, und bilden Einstülpungen in den Wandungen der Somiten.

In gegenwärtigem Stadium ist die innere Schicht der Somiten noch nicht zerfallen, so dass man an Schnitten die Selbständigkeit dieser beiden Elemente sehr deutlich beobachten kann. Weiter werden wir sehen, dass diese Zellgruppen als Hauptfaktoren bei der Bildung der späteren Rückenmarksganglien auftreten.

Eine gewisse Eigentümlichkeit macht sich in diesem Prozess im

vorderen Teil der Occipitalregion bemerkbar. Da die innere Wandung der Somiten hier zerfällt, lässt sich die eigentümliche Lage der migrierenden Zellen beobachten. Sie fassen hier nicht längs der Neuralrohrwand Stellung, sondern ordnen sich in Form einer mehr oder weniger deutlichen Kette an, die sich von der Dorsalwand unter dem äusseren Blatt des Somiten zu den Seiten des Körpers hinzieht.

Besonders interessant sind die Schnitte, welche, nach der Terminologie Goronowitsch's, durch den ersten oder zweiten Rumpfsomit geführt sind, da sich auf demselben an den Neuralrohrwänden Gruppen aus der Dorsalwand migrierter Zellen und solche aus nach den Seiten herabgesunkenen Ganglienleistenzellen beobachten lassen. Diese beiden Gruppen werden durch einen Somiten voneinander geschieden. Diese Stellung veranschaulicht aussenordentlich deutlich das gegenseitige Verhältniss der späteren epibranchialen Kopfnerven und der dorsalen gangliösen Rückenmarksnerven und beweist deren nur teilweise Homologie.

Was die Embryone mit siebzehn, achtzehn, neunzehn und zwanzig Somiten anbetrifft, so werde ich mich nicht bei jedem einzelnen aufhalten, da sie von einander nur unbedeutend abweichen, sondern nur die allgemeine Entwickelungsrichtung derselben auseinandersetzen.

Um die Zeit der Bildung des siebzehnten Somitenpaares macht sich beim Embryo eine mehr oder weniger intensive Beugung des vorderen Endes des Neuralrohres bemerkbar. Im Zusammenhang damit steht das Auftreten einer ganzen Reihe von Falten an der Biegungsstelle an der unteren Seite des Rohres, wie aus der Rekonstruktion Fig. 98 Taf. VI ersichtlich ist.

Diese Falten treten in grösserer oder geringerer Zahl bei allen Embryonen auf. Was ihren Charakter im Allgemeinen anbetrifft, so haben sie grosse Aehnlichkeit mit den Rumpf- und Kopfneuromeren, solange sie die von Neal angegebene, typische Struktur noch nicht angenommen haben; nur in ihren Dimensionen stehen sie hinter letzteren zurück. Ihre Anzahl ist unbestimmt und eine, wie es scheint, rein zufällige.

Die Differenzierung des Neuralrohres ist zu dieser Zeit bedeutend vorgeschritten und wir können drei deutlich ausgebildete und von einander scharf abgegrenzte Hirnblasen erkennen, wie dies deutlich

auf der nach einem aufgehellten objekt entworfenen Textfig. 8 dargestellt ist. Die Augenblasen sind ihrerseits auch scharf ausgeprägt und mit einer merklichen Einschnürung des Stieles versehen. Was die Details der Differenzierung des Gehirns anbetrifft, so müssen wir uns wieder der obenerwähnten Rekonstruktion zuwenden.

Die zwei vorderen Gehirnabschnitte zeigen fürs erste noch keine Spur irgend welcher sekundären Differenzierung. Sie sind direkt aus den, bei den vorhergenden Embryonen beschriebenen, beiden vorderen Abschnitten hervorgegangen. Diese Abschnitte sind, wie schon gesagt, in ihrer Bildung allen andern vorangegangen und unterscheiden sich während der späteren Stadien von den hinteren

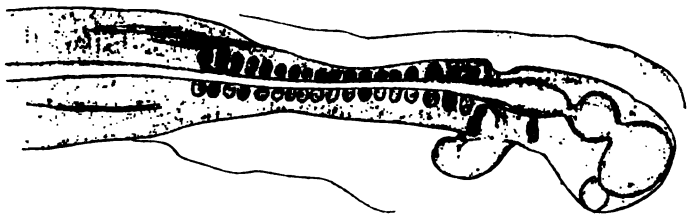


Fig. 8.

Kopfneuromeren deutlich durch ihre Dimensionen und ihre scharfe Differenzierung.

Die Struktur ihrer Wandungen glich völlig derjenigen der hinteren, sowohl der Rumpf-, als auch der Kopfneuromeren, da hier keine Spur der typisch radiären Anordnung der Zellen auftrat, ebenso wie auch in den übrigen Kopfneuromeren. Das Fehlen einer solchen Struktur in den Wandungen der vorderen Neuromeren bildet später einen scharfen Unterschied zwischen ihnen und den Neuromeren des vierten Ventrikels.

Die bei den vorigen Embryonen beschriebene Einteilung des letzteren erfährt zu dieser Zeit einige Veränderungen. Ausser einigen topographischen Veränderungen in ihren Lagebeziehungen zu den lateralen Strängen und dem Hörgrübchen macht sich noch eine innere, nämlich die Bildung einer sekundären Einteilung des vorderen Neuromers in zwei Abschnitte bemerkbar. Eine ähnliche Einteilung beschreibt Neal für die Haifische, ohne derselben jedoch eine segmentale Bedeutung zuzuschreiben, da der vordere Abschnitt bei

den Haifischen nicht die deutliche und bestimmte Struktur gewinnt, welche für die Neuromeren des vierten Ventrikels typisch ist. Beim Hühnerembryo lässt sich im Ganzen eine völlige Analogie des Auftretens dieses Abschnitts mit den Daten Neal's für die Haifische erkennen. Ein gewisser Unterschied besteht nur in der topographischen Lagebeziehung zum Nervus trigeminus. Dieser Unterschied tritt jedoch später auf, bei dem vorliegenden Embryo können die Lagebeziehungen der Neuromeren zu den Nerven und dem Ohr denen des Haifisches gleichgestellt werden, bis zu dem von Neal auf seiner Rekonstruktion 15 dargestellten Stadium. Ebenso wie dort liegt der Nervus trigeminus in der Region des dritten Neuromers, wenn wir mit Neal entsprechend die Anlagen des Nervus facialis in die des fünften und die des Nervus glossopharyngeus in diejenige des siebenten verlegen; das Ohr entspricht dem sechsten. Ich habe eben die Zahlen der Neuromeren nach der von Neal angenommenen Rechnung angegeben, das heisst ich habe die beiden vorderen Abschnitte, welche die vordere und mittlere Hirnblase bilden, als den übrigen Neuromeren equivalent angenommen. Tatsächlich kann ich aber die Homologie der beiden vorderen Abschnitte mit den hinteren nicht zugeben und bediene mich eben der Nomeklatur Neal's nur um die Neuromere der einen und anderen Embryone bequemer vergleichen zu können. Im Unterschied von den Daten Neal's für die Haifische sind die Rumpfneuromere der Vogelembryone noch undeutlich differenziert und gleichen in bedeutendem Masse den Neuromeren des vierten Ventrikels, von denen sie nur die tiefere Ausbuchtung der Wandungen unterscheidet. Wie in früheren Stadien liegen sie auch hier zwischen den Somiten.

Auf der erwähnten Rekonstruktion Fig. 98 Taf. VI ist der Ramus ophtalmicus nervi trigemini dargestellt. Natürlich kann man in diesem Stadium noch ebensowenig von diesem Ast als ausgeprägte Bildung sprechen, wie auch von den Stämmen der übrigen Nerven. Wir haben es hier nur mit dem Auftreten einer Anhäufung spindelförmiger Zellen zu tun, welche noch keine bestimmten, scharfen Grenzen besitzen, doch die Anlage des Ganglion des Orbitalastes des Nervus trigeminus bilden; deshalb habe ich sie auf der Rekonstruktion vermerkt, wobei ich jedoch darauf hinweise, dass der hier angegebene bestimmte Ramus ophtalmicus nur die Richtung und die Lage der Anhäufungen spindelförmiger Zellen veranschaulicht.

Wie auf der Rekonstruktion zu sehen ist, sind die Ganglienleisten der supraotischen Region noch nicht ganz herabgesunken und die Verbindung zwischen dem zweiten und dritten Paar der lateralen Stränge ist noch vorhanden.

Was die histologische Struktur anbetrifft, so sind ihre Veränderungen hauptsächlich auf die weitere Spezialisierung der Zellen der lateralen Stränge gerichtet, welche zu länglichen spindelförmigen Zellen werden.

Die Ganglienleisten des vorderen Kopfendes sind zu dieser Zeit gleichfalls fast ganz zerfallen und haben sich nur in unbedeutender Menge am äussersten Ende um das vordere Neuropor, welches sich erst bei den vorigen Embryonen geschlossen hat, und an den Augenblasen erhalten.

Die Rekonstruktion Fig. 98 Taf. III zeigt, dass die Lage der vorderen Ganglienleisten ungefähr der Stelle entspricht, wo sich später die Riechgrübchen bilden, und die Ganglienleisten dieses Abschnittes können möglicherweise an der Bildung des Riechnervs teilnehmen. Nach rückwärts von dieser Stelle sind die Ganglienleisten verschwunden und nur ein kleiner Teil derselben giebt sich an den Augenblasen, etwas hinter denselben, zu erkennen. Die vorher zerstreuten Elemente der Ganglienleisten, die im Bereich des ersten Paares der lateralen Stränge und längs der mittleren Hirnblase liegen, beginnen augenscheinlich sich wieder zu gruppieren.

Es ist schwer zu sagen, ob die spindelförmigen, diese Anhäufung bildenden Zellen den Elementen der Ganglienleisten oder den Mesenchymzellen dieses Kopfabschnittes ihre Entstehung verdanken. Aus den oben angeführten Gründen lässt sich diese Frage nur hypothetisch beantworten. Eine Gruppierung der Ganglienleistenelemente finde ich persönlich aus folgenden Ursachen für wahrscheinlicher.

Erstens erkennt man auf Schnitten längs dieser Anhäufung nur eine sehr geringe Anzahl von Uebergangszellen, und die vereinzelten spindelförmigen Zellen erscheinen im Mesenchym dieser Region verstreut; zweitens, lässt sich auf Querschnitten das Vorhandensein einer sich gruppierenden Anlage der Ramus ophtalmicus nicht erkennen, und wir begegnen nur einzelnen, zufällig angeordneten spindelförmigen Zellen; drittens, liegt die Anlage des Ramus ophtalmicus in einer Richtung, die mit der Senkungslinie der Ganglienleistenzellen übereinstimmt und auf einer denselben entsprechenden

Höhe, die vorne geringer ist als hinten, da sie hier, dank ihrem späteren Auftreten, auch später zerfallen; viertens endlich wird die Bildung dieser Anhäufung unter dem Ektoderm beobachtet, das heisst in der Region der typischen Verbreitung der Ganglienleistenzellen. Alles dieses führt mich zum Schlusse, dass diese Anhäufung den Ganglienleistenzellen ihren Ursprung verdankt.

Um diese Zeit beginnt noch ein interessanter Prozess; am Ektoderm treten kleine Papillen auf, die sich nach innen ausziehen und bisweilen zerfallen. Diese Gebilde sind ohne alle Regelmässigkeit angeordnet und unterscheiden sich dadurch bedeutend von den verdickten Ektodermdistrikten, welche in Uebereinstimmung mit den lateralen Strängen liegen und stets an bestimmten Stellen entstehen. Bei dem vorliegenden Embryo befindet sich ihre Bildung noch im Anfange, weshalb ich die Beschreibung derselben bis auf das folgende Embryo verschiebe.

Da das erste Paar der lateralen Stränge nur unbedeutende Veränderungen erleidet, welche nur in einer Verdichtung des Gewebes und einer bedeutenden Vergrösserung der Dimensionen, besonders der unteren Zellenanhäufung, bestehen, so werde ich jetzt nicht näher auf dieselben eingehen und wende mich nun dem zweiten Paar der lateralen Stränge zu.

Der Zerfall der Dorsalwand des Neuralrohrs ist in dieser Region im Vergleich zu dem vorigen Embryo ein bedeutend intensiverer geworden, obwohl sich derselbe hier, ebenso wie dort, ausschliesslich auf die lateralen Teilen der Decke des vierten Ventrikels konzentriert. Es ist interessant bei diesem Prozesse ausführlicher zu verweilen, da sich seine Phasen sehr deutlich und vollständig verfolgen lassen, was durch die Grösse und bedeutende Differenzierung der Elemente bedingt wird. Auf den Schnitten Fig. 38 u. 39 Taf. III kann man die Eigenart der Zellen verfolgen, welche aus den Lateralteilen dieses Abschnittes des Neuralrohres migrieren, nämlich ihren einfachen Auschluss an die Zellen der Ganglienleisten und das Fehlen einer charakteristischen Gruppierung längs den Wänden des Neuralrohrs.

Infolgedessen bilden nur die Zellen der ersten Migration längs der Medianlinie, wie oben bemerkt, Kerne, welche in dieser Region als Hauptanlagen des Nervus acusticus auftreten, während die Zellen späterer Migration sich den übrigen Zellen des zweiten Paares der lateralen Stränge anschliessen und eine wesentliche Rolle im Wachstum

derselben übernehmen. Was die Prozesse im Innern der Neuralrohrwandungen anbetrifft, so lässt sich in dieser Hinsicht ein sehr bedeutender Unterschied zwischen dem ursprünglichen Zerfall des Medianstreifens und dem nun stattfindenden Zerfall der lateralen Teile konstatieren.

Betrachten wir die Schnitte bei sehr starken Vergrösserungen, so können wir, wie Fig. 40 u. 41 Taf. III zeigt, beobachten, dass der Ausstossungsprozess der Wandzellen des Neuralrohres mit einer Umdifferenzierung der Elemente des letzteren im Zusammenhang steht. In den lateralen Teilen zeigen die Zellen, wie aus den Abbildungen ersichtlich, eine mehr oder weniger vertikale Lage, während die Decke aus einer Schicht horizontal gelagerter, der Peripherie des Neuralrohres nach ausgezogener Zellen gebildet wird. An der Uebergangsstelle der einen in die andern macht sich gerade der Ausfall der überflüssigen Elemente bemerkbar. Ein Teil der Zellen wird umrangiert und nimmt eine horizontale Stellung an, während der andere dabei keine Anwendung findet, ausgestossen wird und sich den lateralen Strängen anschliesst. Interessant ist, dass überhaupt die grösseren Zellen ausfallen.

In der Struktur der Zellen des Lateralstranges machen sich hier schon im Vergleich zu den vorhergehenden Embryonen gewisse Veränderungen bemerkbar. Die Zellen dehnen sich bedeutend in die Länge und heben sich viel schärfer vom umgebenden Mesenchym ab, wie Fig. 42 Taf. III zeigt. Wahrscheinlich hängt dies mit dem Abschluss der Konzentration und der Senkung ihrer Elemente zusammen.

Im unteren Teile lassen sich in Vergleich zu den vorhergehenden Embryonen keine bedeutenden Veränderungen wahrnehmen. Die selbe Kompaktheit der Elemente, welche deren Struktur nicht erkennen lässt, und der selbe allmähliche Uebergang sowohl zum Mesenchym, als auch zu den übrigen Zellen des lateralen Stranges macht sich auch hier bemerkbar. Ein gewisser Unterschied besteht nur in der Bildung einer subbranchialen Anschwellung des Ektoderms und dem Auftreten gewisser Elemente, die sich, im Vergleich zu den übrigen, zu vergrössern scheinen.

Mit dem dritten Paar der lateralen Stränge verhält es sich ungefähr ebenso; ein gewisser Unterschied von den vorhergehenden Stadien wird hier durch die Bildung des zweiten Kiemenspalten-

paares veranlasst, wobei die Vorgänge denen analog sind, welche sich bei der Bildung des ersten Paares beobachten lassen.

Ich werde dieselben, ebenso wie auch das erste Paar, in Anbetracht der ausführlichen und genauen Schilderung Goronowitsch's nicht beschreiben. Wie bei der Bildung des ersten Paares, ist die Migration der Ektoderm- und Entodermzellen auch hier eine sehr geringe und kann keine grosse Bedeutung bei der Bildung der Zellenanhäufung der lateralen Stränge besitzen.

Im Uebrigen lassen sich keine wichtigen Veränderungen in der Struktur des dritten Paares Lateralstränge erkennen; sie bestehen nur in einer weiteren Verdichtung des Gewebes.

Im Rumpfe dauert die Migration der Zellen der Dorsalwand und deren Gruppierung an den Seiten des Neuralrohres zu Anlagen der späteren Ganglien fort. Das Bild bleibt im Allgemeinen dasselbe. Nur in den vorderen Occipitalsegmenten macht sich ein gewisser Zerfall der ursprünglichen Gruppen bemerkbar. Der Verband der Zellen löst sich und dieselben zerstreuen sich unter den Somiten. Andererseits konzentrieren sich die neuausgeschiedenen Zellen höher, wie die Fig. 43 Taf. III zeigt, auf der Höhe der späteren Commissur des Nervus vagus.

Was die Somiten anbetrifft, so lassen sich beim vorliegenden Embryo keine wesentliche Veränderungen erkennen. Wenn wir den Zerfallprozess der Somiten in seiner strengen Gradation von vorne nach hinten verfolgen, so überzeugen wir uns immer mehr und mehr davon, dass die von Platt und Goronowitsch angegebenen Rudimente des ersten und zweiten Somiten nur als Anfangsstadien des Zerfalls der zwei ersten Rumpfsomiten anzusehen sind.

Es ist interessant, dass Goronowitsch den Zerfall des zweiten Kopfsomiten in das Stadium mit 16 Somiten versetzt, während in Wirklichkeit nicht der rudimentäre Somit, als den Goronowitsch den zweiten Kopfsomiten unterscheidet, sondern ein normaler Somit, der erste metaotische, endgültig zerfällt. Dieser Umstand spricht für die Wahrscheinlichkeit einer Verwechselung seitens dieses Forschers zweier Somiten und die Uebertragung der Merkmale des einen auf den folgenden. Zu Gunsten dieser Voraussetzung spricht auch die Tatsache, dass der von ihm als rudimentär bezeichnete Somit, wie mir scheint, um die Zeit der Bildung von 14 Somiten reduziert wird, ohne jemals in Wirklichkeit solche Dimensionen zu erreichen, welche ge-

statten würden, ihn mit den hinteren zu vergleichen. Ausserdem weisen die Angaben Chiarugi's, der bei den Vögeln vier Kopfsomiten, den zweiten metaotischen oder, nach Goronowitsch, den dritten Kopfsomit mit einbegriffen, unterscheidet, auf die Wahrscheinlichkeit einer Verwechselung seitens Goronowitsch's zweier Somiten bei deren Reduktion und einer Zusammenfassung zweier nebeneinander liegender Somiten hin. Weiter werden wir sehen, dass die Entwickelung der motorischen Nerven zu Gunsten dieser Auffassung spricht und im ersten zerfallenden Somiten das Homologon des dritten Somiten der Haifische und Neunaugen erblicken lässt, der meiner Ansicht nach dem Segmente des N. trigeminus entspricht. Diese Ansicht wird noch dadurch unterstützt, dass sich bei den Vögeln die Wurzeln des N. abducens, welcher sich bei denselben zwischen dem N. facialis und Vagus entwickelt, in drei Gruppen einteilen. Einer interessanten Analogie begegnet man beim Neunauge in der entsprechenden Entwickelung des N. facialis und des vierten Somiten mit stufenweisem Uebergange in die prootische Region, wie sich aus Koltzoff's Rekonstruktionen ersehen lässt.

Oben habe ich schon auf den Beginn der Hirnbeugung hingewiesen. Bei der weiteren Entwickelung ist dieser Prozess von grosser Wichtigkeit für die Konfiguration des Kopfendes. Zugleich verursacht die Kopfbeuge eine allmähliche Wendung des Embryos um seine Längsaxe. Infolgedessen lassen sich während der nächstfolgenden Stadien keine Sagittalschnitte gleichzeitig durch das ganze Embryo herstellen, da die Sagittalebene des Rumpfes mit derjenige des Kopfes einen rechten Winkel bildet.

Zur Bestimmung der späteren Stadien bedient sich Goronowitsch der Länge des Durchmessers der frontoparietalen Region und der Dimensionen des Allantoïs als äussere Kennzeichen des Stadiums; ich werde jedoch später genötigt sein ausführlich auf die Ungenauheit dieser Mekmale hinzuweisen. Ich will hier nicht den dort auseinandergesetzten Erörterungen vorgreifen und bemerke nur, dass es höchst schwierig ist diese Merkmale zur Bestimmung des Stadiums während der Hirnbeugung des Embryos anzuwenden. Im Zusammenhange mit der grösseren oder geringeren Schnelligkeit dieses Vorgangs, variieren auch die Dimensionen der frontoparietalen Region bedeutend, unabhängig von anderen Prozessen, die mit diesen Veränderungen nicht Schritt halten können. Deshalb begegnet

man manchmal in diesem Moment Embryonen mit bedeutendem Durchmesser der frontoparietalen Region und verhältnissmässig schwach entwickeltem Nervensystem und umgekehrt. Einigermassen beseitigt Goronowitsch diese Schwierigkeit, indem er die Grenzen für die Bestimmung der Stadien bedeutend erweitert; aber auch diese Grenzen sind ungenügend. Wenn ich deshalb bei der Beschreibung der folgenden Embryone ihren frontoparietalen Durchmesser anführe, so nehme ich sie nur als äusseres Merkmalen des in Rede stehenden Embryos an, ohne das beschriebene Bild bei den betreffenden Kopfdimensionen für obligatorisch zu halten. Mein Versuch die Embryonen in Stadien mit bestimmten äusseren Kennzeichen zu gruppiren blieb erfolglos, und ich ziehe es deshalb vor, mich auf die Beschreibung einer Reihe von Embryonen mit besonders typisch ausgeprägten Entwickelungsphasen der Kopfnerven zu beschränken. Nach diesen kurzen Bemerkungen gehe ich zur Beschreibung eines Embryos mit FP 1,2 mm. über. Hier hat die Hirnbeuge bereits eine bedeutende Ausbildung erlangt und in Zusammenhang damit stehen auch bedeutende Veränderungen in den gegenseitigen Beziehungen der Organe des vorderen Kopfabschnittes zu einander. Einen besonderen Einfluss übt dieselbe auf die Chorda und die Zellanhäufung der Anlage des Ramus ophtalmicus nervi trigemini aus. Ohne auf die erstere näher einzugehen, gehe ich direkt zur Beschreibung der topographischen Veränderungen an letzterer über. Auf der Rekonstruktion Fig. 99 Taf. VI erkennt man eine schroffe Senkung des vorderen Endes dieser Anhäufung. Der Winkel zwischen den Anlagen beider Aeste des Nervs ist aus einem rechten, oder selbst stumpfen zu einem spitzen geworden. Abgesehen von der Senkung infolge der Hirnbeuge machen sich in der Anhäufung noch gewisse Veränderungen in deren Beziehung zur Dorsalseite des Embryos bemerkbar, was augenscheinlich mit der Senkung der Ganglienleistenzellen in die lateralen Teile des Kopfes im Zusammenhang steht, welches dem für anderen Teilen des Embryos geschilderten analog ist.

Was die Neuromeren anbetrifft, so ist kein wesentlicher Unterschied in ihrer Anordnung hervorzuheben. Es kann nur auf die Ausdehnung des vorderen Abschnittes des ersten Neuromeren des vierten Ventrikels hingewiesen werden, welche wahrscheinlich mit der Entwickelung der Hirnbeuge im Zusammenhang steht, ebenso wie

auch auf einige Veränderungen in den Lagebeziehungen der Nerven und Neuromeren zueinander; letztere werden nämlich nach vorne verschoben. Eine solche Verschiebung kann natürlich keine Verwunderung erregen, denn, wie schon gesagt, existiert noch keinerlei Verbindung des Neuralrohrs mit den Nervenanlagen, soweit diese in den Lateralsträngen und der Zellanhäufung des Ramus ophtalmicus zum Ausdruck kommen. Andererseits gehen die oben beschriebenen Anhäufungen aus dem Gehirn migrierter Zellen infolge dieser Verschiebung engere Beziehungen zu den vor ihnen ausgebildeten Lateralsträngen ein. In der Tat bemerken wir zur Zeit des Abschlusses dieses Prozesses von diesen Zellen gebildete Kerne, welche schon regelmässig an der Basis des N. trigeminus und des Acusticofacialis liegen. Das klärt in bedeutendem Masse die Entwickelungsgeschichte der Gruppen der aus der Dorsalwand migrierenden Zellen auf. Wie wir bei der Beschreibung der vorigen Embryonen gesehen, ordneten sich diese Gruppen stets hinter den Lateralsträngen, doch in derselben entsprechenden Anzahl, an.

Bei dem vorliegenden Embryo macht sich bereits eine vollständige Absonderung des epibranchialen Teiles des Nervus vagus bemerkbar, was mit der Bildung der dritten Kiemenspalte in diesem Stadium im Zusammenhang steht. Bis jetzt wird dieser Nerv nur durch seine epibranchiale Masse repraesentiert, welche, wie wir später sehen werden, die Anlage seines Ganglions darstellt.

Zur Beschreibung der histologischen Veränderungen übergehend muss ich mit den Erscheinungen beginnen, welche in der Region der Riechnerven stattfinden. Am vorliegenden Embryo treten die Riechgruben als einfache etwas konkave Verdickungen des Ektoderms auf. Die Struktur des Ektoderms an der Stelle der Verdickung erinnert im Allgemeinen lebhaft an die des Neuralrohrs. Das Hauptinteresse besteht, zweifellos, in der Bildung einer Papille im Zentrum der Verdickung. Diese Papille wird, wie Fig. 44 Taf. III zeigt, von einem einfachen Auswuchs des Gewebes des Riechgruben, welches seine typische Struktur beibehält, gebildet. Es existiert keine Grenze zwischen ihr und der Riechgrube. Vom umgebenden Gewebe hebt sie sich jedoch sehr scharf ab und es lässt sich keine Spur eines Anschlusses der Zellen des letzteren erkennen. An anderen Embryonen, wo das Riechgrübchen in seiner Entwickelung etwas weiter vorgeschritten ist, wird folgendes Bild beobachtet, wie Fig. 45

Taf. III zeigt. Auf letzterem Schnitte sehen wir schon den beginnenden Zerfall dieses Auswuchses. An seiner Basis macht sich eine gewisse Lockerung des Gewebes bemerkbar, ebenso wie auch das Verschwinden einer bestimmten, scharfen äusseren Grenze, welche ihm seine typische Gestalt verlieh. Zugleich muss ich darauf hinweisen, dass die Auflockerung sich nicht auf das Gewebe des Auswuchses allein beschränkt, sondern mehr oder weniger auch auf das Gewebe des Riechgrübchens selbst übergreift. Bei vorliegendem Embryo, ebenso wie auch überhaupt bei den Embryonen der gegeben Entwickelungsperiode wird der Riechnerv ausschliesslich durch diesen Auswuchs repraesentiert und unterscheidet sich nur durch den grösseren oder geringeren Entwickelungsgrad. Einige Embryone besitzen nur die Anlagen der Ektodermverdickung selbst und weisen keine Spur eines Auswuchses des Geruchnervs auf. Jedenfalls existiert in dieser Entwickelungsperiode keine Anlage des Geruchsnervs, die sich bis an die Wandung des Neuralrohrs erstreckt.

Wesentliche Veränderung in der Struktur der Anlage des Ramus ophtalmicus lassen sich während dieser Entwickelungsperiode nicht nachweisen. Nur eine gewisse Vergrösserung der Anzahl der gestreckten, spindelförmigen Zellen und deren bedeutendere Konzentrierung lässt sich beobachten; doch macht sich immer noch keine Abgrenzung dieser Anlage bemerkbar. Was die Elemente selbst anbetrifft, so kann auf eine gewisse Verlängerung derselben hingewiesen werden, doch bleibt ihre Lage, als im Mesenchym verstreuter Zellen, dieselbe.

Ebenso wenig lassen sich auch im ersten Paar Lateralstränge wesentlichen Veränderungen beobachten, ausser ihrer Vereinigung mit den oben erwähnten Zellgruppen der Dorsalwand des Neuralrohrs. Grosse Beachtung verdient in dieser Hinsicht das zweite Paar: hier ist bereits eine Differenzierung zwischen dem Ganglion des Gehörnervs und dem des N. facialis vorhanden. Damit steht eine energische Wucherung der Gruppe der Dorsalzellen und eine Senkung der Elemente des Lateralstranges im Zusammenhang, die von einer bedeutenden Vergrösserung der Zellenanhäufung unten begleitet wird, welche die Anlage des Ganglion facialis bildet. Die Migration der Zellen der Dorsalwand dauert fort, wie der Schnitt Fig. 46 Taf. III zeigt, welcher ein deutliches Bild der allgemeinen Bezie-

hungen der Elemente giebt. Stellenweise macht sich zwischen den Zellgruppen der Dorsalwandung eine ausgesonderte Zellenschicht bemerkbar, welche eine dichte Zwischenschicht bildet. Diese Zwischenschicht haftet ausserordentlich fest den Wänden des Neuralrohrs an und hat mit der für die vorigen Embryonen beschriebenen und auf Fig. 35 Taf. III dargestellten sehr viel gemein. Was die untere Anhäufung der Zellen des Lateralstranges anbetrifft, so verdient an ihr, abgesehen von der Vergrösserung ihrer ganzen Masse, noch die beginnende Verschmelzung ihrer Elemente mit dem verdickten Ektodermpolster, welches sich an der hinteren Seite der Kiemenspalte, unweit von ihrer Spitze gebildet hat, Erwähnung. Eine ähnliche polsterartige Verdickung existiert, wie oben bei der Beschreibung des vorigen Embryos schon gesagt wurde, auch an der Basis des ersten Lateralstranges. In der Struktur der Zellen sind dafür keine wesentlichen Veränderungen zu erwähnen. Nur eine gewisse Vergrösserung der Zellen und eine bedeutende Verdichtung ihrer Masse macht sich geltend. Gleichzeitig mit der Differenzierung des Gehörganglions beginnen sich Beziehungen seiner Elemente zu dem Hörgrübchen geltend zu machen. Bisweilen beschränkt sich die Beziehung auf einen einfachen Kontakt, während bei Embryonen, bei denen dieser Prozess weiter vorgeschritten ist, eine innige Verbindung der Elemente der Ganglionanlage mit dem Ektoderm des Hörgrübchens besteht, wie dies auf Fig. 47 Taf. III dargestellt ist. Die Ganglienzellen scheinen hier gewissermassen ins Ektoderm des Hörgrübchens eingebettet, eine Grenze zwischen beiderlei Zellen ist nicht vorhanden. Was aber ihr gegenseitiges Verhältniss anbetrifft, so besteht ein scharfe Unterschied im Vergleich zum Riechgrübchen; die Ganglienelemente unterscheiden sich scharf durch ihre Grösse von den Elementen des Hörgrübchens.

Wie aus der Rekonstruktion 99 Taf. VI ersichtlich, sind die Ganglienleisten der epiotischen Region bereits zerfallen und haben sich zum Teil dem ersten, zum Teil dem zweiten Paar Lateralstränge angeschlossen; dank diesem Umstande ist die epiotische Verbindung zwischen beiden Paaren aufgehoben. Der Anschluss der Ganglienleistenzellen der epiotischen Region hat einen wesentlichen Einfluss auf das Gewebe des dritten Paares der lateralen Stränge ausgeübt, wie die Fig. 48 Taf. III zeigt.

Das Gewebe der Stränge hat sich in ihrem unteren und mittleren

Teile bedeutend verdichtet und die ganze Masse derselben hat bedeutend zugenommen. Gleichzeitig sind, im Zusammenhang mit der bestimmten, einander parallelen Lage der Zellen, die Uebergänge zwischen ihren Elementen und dem Mesenchym werschwunden. In den unteren Anhäufungen des dritten Paares der Lateralstränge, ebenso wie auch an den von ihnen, infolge der Entwickelung des dritten Kiemenspaltenpaares, abgeschnürten Ganglienanlagen des N. vagus, werden Veränderungen wahrgenommen, welche denen der Anhäufungen der vorderen Paare nahezu analog sind. Eine gewisse Verdunkelung des anfangs klaren Bildes der Entwickelung der hinteren Anhäufungen wird durch den fortdauernden Zerfall der vorderen Somitenpaare veranlasst. In diesem Stadium greift er bereits auf das zweite Paar der metaotischen Somiten über.

Die Veränderungen im Rumpfe sind überhaupt nicht bedeutend. In der Occipitalregion, oder, mit anderen Worten, in der Region der sich dem Kopfe anschliessenden vorderen Rumpfsegmente, findet, wie schon gesagt, ein Zerfall der Zellgruppen der Dorsalwand statt. Diese Zellen haben sich nur stellenweise im oberen Teile der Seiten des Neuralrohres erhalten, wo sie sich mehr oder weniger paarweise, der Stellung der Somiten in dieser Region entsprechend anordnen. Weiter im Rumpfe treten uns einige Schwierigkeit in der Unterscheidung der Zellgruppen der Dorsalwand von den Elementen der zerfallenden Somitenschicht dank dem Zerfall des visceralen Blattes des Somiten entgegen. Es ist sehr möglich, dass eine Vermischung der einen und anderen stattfindet. Gegen das Schwanzende des Embryos hin begegnen wir von neuem demselben Bild des Zerfalls der Dorsalwand, wie die Fig. 49 Taf. III darstellt.

Eine ganze Reihe von Uebergangsmomenten überspringend, gehe ich jetzt zu einem Embryo von 1,6 mm. Strirnscheitellänge über. Die allgemeinen Dimensionenen des Embryos haben während dieses Zeitraums bedeutend zugenommen, wie aus dem Vergleich der beiden Rekonstruktionen Fig. 99 und 100 Taf. III ersichtlich ist. Ausserdem hat zu dieser Zeit im Allgemeinen die Hirnbeuge ihren Abschluss erreicht, was einen einschneidenden Einfluss auf die Beziehungen zwischen Neuralrohr und Chorda im vorderen Kopfende ausgeübt hat. Die Chorda bleibt hier bedeutend hinter dem Neuralrohr zurück, was mit der Beugung des vorderen Kopfendes, welches gleichzeitig den vorderen Abschnitt des Kofpdarms nach

hinten zieht, der dabei eine Falte bildet, wie es Rekonstruktion Fig. 100 Taf. VI zeigt, im Zusammenhang steht; das mit dem Kopfdarm verbundene Vorderende der Chorda wird gleichfalls nach rückwärts gezogen und dadurch zu einem Bogen ausgebogen. Die erwähnte Falte des Vorderendes des Kopfdarmes kann eine so bedeutende sein, dass sie anfangs den Eindruck eines eigentümlichen zeitweiligen Auswachsens des Vorderendes des Darmes erweckt. Weiter unten werden wir sehen, dass die so entstandene zweite Höhlung der Hypophyse bald verschwindet und letztere ihre typische Struktur bis zur Entstehung der eigenartigen Drüse annimmt. Diese beiden Vorgänge erklären uns in bedeutendem Masse die Mechanik der Beugung. Doch will ich fürs erste noch nicht näher auf die Entwickelungsgeschichte der Kopfbeuge des Embryos eingehen und wende mich der weiteren Beschreibung zu.

Im Verlauf der Entwickelung der Neuromeren des vierten Ventrikels machen sich topographische und histologische Veränderungen bemerkbar; erstere bestehen im Vorrücken der Neuromeren im Vergleich zu den nebenliegenden Lateralsträngen und dem Hörbläschen, letztere im Auftreten einer radiären Struktur, wie sie schon Neal für die Haifische angiebt. Wie bei letzteren, so lässt sich diese radiäre Struktur auch hier nur in den fünf ersten Neuromeren des vierten Ventrikels nachweisen. Eine Ausnahme bildet der vordere Sekundärabschnitt des ersten Neuromeren des vierten Ventrikels, an dem es mir nicht gelang eine solche Struktur zu entdecken. Im fünften Neuromeren kommt die Struktur wie auch bei den Haifischen weniger deutlich zum Ausdruck, und die hintere Grenze desselben ragt überhaupt nicht so scharf als Kante in das Innere des Ventrikels hinein wie bei den vorderen. Ausser dem eben angeführten Unterschiede in der Struktur der vorderen Einteilung des ersten Neuromeren, kann noch auf eine weniger scharfe Abgrenzung der Neuromeren voneinander hingewiesen werden. Diese Abgrenzungen sind in der Rumpfregion fürs erste noch sehr wenig deutlich ausgeprägt und erscheinen hier als allmählich schwindende Reste der Rumpfneuromeren; eine grössere Bedeutung haben sie im Occipitalabschnitt, besonders in der Region der künftigen Vaguswurzeln. Da diese Neuromerenreste die Merkmale der Rumpfneuromeren beibehalten, die von einander nur ziemlich unbestimmt differenziert sind, und die Neuralrohrwände zu dieser Zeit

verdickt erscheinen, so lassen sie sich nur ziemlich schwer unterscheiden und zeigen unbestimmte Abgrenzungen. Später schwinden sie vollkommen und zwar weit früher, als die vorderen Neuromeren des vierten Ventrikels.

In der Lage der Kopfnervenanlagen haben keine Veränderungen stattgefunden, ausser einer weiteren Senkung des Ramus ophtalmicus trigemini. Indem ich jetzt zur Beschreibung der histologischen Struktur der Nerven in diesem Stadium übergehe, muss ich erstens bemerken, dass die in dieser Hinsicht vor sich gegangenen Veränderungen verhältnissmässig unbedeutend sind. In der Struktur des Ramus ophtalmicus nervi trigemini macht sich uns eine gewisse Veränderung in den Dimensionen, ebenso wie der Anzahl der oben beschriebenen spindelförmigen Zellen bemerkbar. Die selbe Richtung nehmen auch gewisse Veränderungen des ersten Paares der Lateralstränge, doch kommt hier noch hinzu: erstens, dass die Zellgruppen der Dorsalwand des Neuralrohres, welche zu dieser Zeit schon eine typische, der für die Kerne des Nervus acustico-facialis bereits angegebenen analoge Struktur annehmen, weiter nach vorwärts rücken und zweitens, eine bedeutende Zunahme der Verdickung des Ektoderms gegenüber der unteren Zellanhäufung des Stranges und der beginnende Zerfall seiner Membrana limitans an diesser Stelle. Dasselbe lässt sich auch in dem den übrigen epibranchialen Anhäufungen benachbarten Ektoderm beobachten. Zugleich beginnen einige Zellen dieser Anhäufungen sich bedeutend zu vergrössern; wahrscheinlich müssen sie als Anlagen der künftigen Ganglienzellen angesehen werden.

Was das zweite Paar der Lateralstränge anbetrifft, so sind hier die Veränderungen teilweise auf die Differenzierung des Gehörganglions, teilweise auf die weitere Abwärtswanderung der Zellen in die epibranchiale Region gerichtet. Zu gleicher Zeit lässt sich eine Anhäufung der Zellen an den Gehirnwandungen, an den Stellen der künftigen Nervenwurzeln beobachten. Eine derartige zusammenhängende Gruppierung der oberen Strangzellen an dieser Stelle, mit Veränderung den Anzahl der Zellen im oberen Teile, konnte schon früher, sowohl am zweiten, als auch am ersten Paar Lateralstränge, deren oberer Teil infolge seiner spezifischen Entwickelung nur unbedeutend ausgeprägt ist, beobachtet werden. Jetzt ist diese Anordnung ausserordentlich scharf ausgeprägt, und an der Basis

der auf diese Weise gruppierten Stränge liegen als scharf hervortretende Inseln die oben beschriebenen Zellgruppen der Dorsalwand. Auf Fig. 50 Taf. III ist eine solche Insel an der Wurzel des Nervus acustico-facialis dargestellt. Die Struktur derselben weicht im Allgemeinen in nichts von der oben beschriebenen Struktur dieser Gruppen ab, und der Unterschied besteht nur in der Grösse, welche im Vergleich zu den vorigen Embryonen bedeutend zugenommen hat. Goronowitsch sieht in dieser merkwürdigen Struktur den Anfang der Bildung der Spongiose, welche, seiner Meinung nach, in den Nervenwurzeln entsteht; mir scheint es jedoch, dass wir es hier eher mit einem quer durchschnittenen Bündel spindelförmiger Zellen zu tun haben, wie ich schon oben gesagt habe.

Auf die Struktur des dritten Paares der Lateralstränge werde ich nicht näher eingehen, da die Veränderungen hier nur unbedeutende sind, und begnüge mich mit der Konstatierung des Fehlens jeglicher Spur einer Zellengruppierung um die künftigen Wurzeln herum. In dieser Hinsicht unterscheidet sich das dritte Paar Lateralstränge wesentlich von den übrigen durch seine völlige Unabhängigkeit von den Wänden des Neuralrohrs.

Was die von ihm abgeschnürten Zellenanhäufungen, die Anlagen der künftigen Vagusganglien, anbetrifft, so machen sich in denselben gewisse Umdifferenzierungsprozesse geltend. Was uns zuerst in die Augen fällt, ist eine nach oben, zum Neuralrohr gerichtete Streckung des vorderen Endes dieser Anhäufung. Weiter unten werden wir sehen, dass ausser dieser Streckung in dieser Region aus der Zellenanhäufung noch Plasmafortsätze hervorwachsen, die die Neuralrohrwand erreichen. Doch will ich nicht vorgreifen und gehe zu ihrer weiteren Beschreibung bei dem vorliegenden Embryo über. Ausser der erwähnten Streckung macht sich in den Anhäufungen eine noch bedeutendere Anzahl vergrösserter Elemente bemerkbar als in den vorderen. Wahrscheinlich steht dies mit der grösseren Entwickelung der Ganglienzellen im Ganglion des Nervus vagus überhaupt im Zusammenhange.

Zu dieser Zeit zerfällt auch der zweite metaotische Somit, wodurch die oben erwähnte Gradation des Zerfallprozesses der Somiten ihre Bestätigung findet. Zugleich differenzieren sich um diese Zeit bereits die Anhäufungen von Mesodermzellen zwischen den Aesten des N. trigeminus. Diese Anhäufungen bilden die Anlagen der Augen-

muskeln und gruppieren sich in ziemlich unbeständigen Massen. Die vordere dieser Massen, welche die Fig. 100 Taf. VI darstellt, geht zum Musculus obliquns superior ab; die beiden hinteren, die sich der ersteren in gerader Linie nach hinten anschliessen, geben, wie wir weiter unten sehen werden, dem M. rectus externus den Ursprung. Die unter ihnen angeordnete Zellanhäufung stellt die Reste des postorbitalen Teils der Ganglienleisten dar und steht wahrscheinlich zu der Bildung des Ganglion ciliare in Beziehung. In dieser Entwickelungsperiode ist dieselbe jedoch höchst unbeständig ausgeprägt, und es fällt häufig, infolge des bedeutenden Abstandes der Elemente voneinander schwer dieselbe zu unterscheiden.

Die Hauptanzahl von Variationen macht sich in den Anlagen des Musculus rectus externus bemerkbar, wobei deren Schwankungen sich hauptsächlich auf die Zusammensetzung der Anlage aus drei Massen beziehen; eine grössere Anzahl wird nie beobachtet, und so erscheint diese Zahl gewissermassen als Maximum. Auch im gegebenen Falle sehen wir zwei äusserst ungleiche Massen: die hintere ist ungefähr doppelt so lang wie die vordere. Bisweilen lässt sich bei der Zusammensetzung aus zwei Anhäufungen beobachten, dass die vordere Masse die vorherrschend ist, doch ist dies nur ausnahmsweise der Fall. In den Fällen, wo sich drei Massen bilden, zeigen stets alle drei eine ungefähr gleiche Grösse. Die Anordnung dieser Massen erscheint als eine höchst beständige, dieselben lagern sich nämlich längs dem Ramus mandibularis nervi trigemini, wobei sie nach vorne etwas über die Chorda bis zur Beuge der letzteren hinausragen. Diese Lage behalten die Anlagen des M. rectus internus ziemlich lange bei, wogegen die beiden vorderen Zellgruppen schon während der nächsten Stadien ihre Stellung bedeutend verändern. Das Auftreten dieser Massen zeigt gewöhnlich folgende Reihenfolge: zuerst erscheint die hintere der den M. rectus externus bildenden, darauf allmählich die vorderen und die Anlage des M. obliquus superior. Bei der weiteren Entwickelung tritt eine baldige Verschmelzung der mesodermalen Zellgruppen, welche dem M. rectus externus den Ursprung geben, zu einer Masse ein. Bisweilen kommt es jedoch gleich anfangs zur Bildung einer einzigen massiven Anlage. Im Falle mehrerer Anlagen ist der Zeitpunkt der Verschmelzung ein sehr verschiedener und individuellen Schwankungen unterworfen.

Ich gehe nun zum folgenden Embryo mit frontoparietalem Durchmesser von 1,8 mm. über. Die allgemeine Entwickelung des Kopfes ist bei diesem Embryo bedeutend vorgeschritten, wie die Rekonstruktion Fig. 101 Taf. VI zeigt. Die Form des vorderen, vor der Beugung gelegenen Kopfendes hat sich bereits wesentlich verändert. Dieses Embryo hat viele Merkmale mit der folgenden Entwickelungsperiode gemein, in welcher die Hauptdifferenzierung dieses Gehirnteils in die bedeutenden Abschnitte stattfindet. Gleichzeitig beginnt eine ausserordentlich intensive Grössenzunahme der Augenblasen und der Lobi optici, was dem Kopf der Vogelembryonen sein eigenartige Gepräge giebt. Ich werde mich nicht bei der Charakteristik dieser Seite der Entwickelung der Vogelembryonen aufhalten, und gehe deshalb zur Beschreibung der topographischen Veränderungen in den Anlagen der Kopfnerven und der Organe, welche uns bei Betrachtung der ersteren als Anhaltspunkte dienen können, über.

Der bei diesem Embryo ebenso intensiv fortdauernde Prozess der Kopfbeugung vergrössert bedeutend die Faltung des Vorderendes des Kopfdarmes. Diese Falten haben sich im Vergleich zum vorhergehenden Embryo bedeutend vergrössert und bilden um die Hypophyse herum eine beinahe ebenso tiefe Rinne, wie die letztere selbs, wie die Rekonstruktion 101 Taf. VI zeigt, die einen Querschnitt durch diese beiden Gebilde darstellt.

Ebenso wie auf die Bildung der eigentümlichen Konfiguration der Hypophyse übt die Hirnbeuge auch auf die Lage des Ramus ophtalmicus nervi trigemeni, welcher bei diesem Embryo schon seine typische Stellung einnimmt, einen wesentlichen Einfluss aus. Obgleich aber die Differenzierung der Gewebestruktur desselben, wie wir weiter unten sehen werden, weit vorgeschritten ist, so hat sie doch noch nicht zur Bildung einer scharfen Grenze zwischen demselben und dem Mesenchym geführt. In Bezug auf die Lage der anderen Gangliennerven ist nur ihre fortdauernde Rückbewegung im Verhältniss zu den Kopfneuromeren zu erwähnen, wie die Rekonstruktion Fig. 101 Taf. VI zeigt.

Weiter können wir bei diesem Embryo das Auftreten des N. oculomotorius erkennen. Sein Abgangsort ist derselbe wie beim erwachsenen, dass heisst er entspringt am Boden des dritten Ventrikels, am Scheitel der Hirnbeuge. Ein bedeutendes Interesse bietet die histologische Struktur dieses Nervs im Momente seines Auftretens.

Wie die Fig. 51 Taf. III zeigt, wird der Nerv anfangs ausschliesslich durch Plasmafortsätze repraesentiert, welche aus den Wänden des Neuralrohrs austreten. In diesem Punkte stimmen meine Beobachtungen mit denen Carpenter's über die Entwickelung desselben Nervs bei Vögeln und denen Neal's über die Entwickelung desselben bei Haifischen überein. Beide Forscher stellen dieselbe Tatsache fest, das die im Gehirne befindlichen Zellen solche Fortsätze nach aussen entsenden. Diese anfangs als Fortsätze einzelner motorischer Ganglienzellen auftretenden Plasmafortsätze, welche gleichzeitig mit diesen in der Ventralwand des Gehirnes entstehen, nehmen allmählich an Zahl zu und verschmelzen gleichzeitig zu mehr oder weniger bedeutenden Bündeln.

Eine derartige verschmolzene Gruppe ist auf Fig. 52 dargestellt, welche nach einem Schnitte durch einen, mit dem beschriebenen ungefähr gleich grossen Embryo entworfen ist. Sehr interessant ist die Frage über Entstehung der Begleitzellen des Nervus oculomotorius. In der unlängst erschienenen Arbeit Carpenter's, welche speziell der Betrachtung der Entwickelung des N. oculomotorius und des Ganglion ciliare gewidmet ist, finden sich Hinweise auf die rein cerebrale Entstehung dieser Zellen, doch steht diese Ansicht in scharfem Widerspruche zu den Meinunger anderer Forscher, welche der Ansicht sind, dass diese Zellen nur teilweise auf solche Weise entstehen. Die einen, wie Neal, schreiben den Ganglienleisten eine wichtige Rolle in ihrer Bildung zu; andere, wie Goronowitsch, dem indifferenten Mesenchym.

Meine diesbezüglichen Befunde erlauben mir nicht, mich der einen oder anderen Meinung bestimmt anzuschliessen, da die histologischen Elemente höchst unbestimmt sind und noch keinen scharfen Strukturunterschied aufweisen, welcher eine bestimmte Abschätzung ihrer gegenseitigen Beziehungen begründen könnte. Wie beim Studium der Entwickelung der Ganglienleisten, der motorischen Anlagen, so ist man auch bei der Untersuchung der Nerven genötigt die Merkmale der histologischen Elemente der verschiedenen Gewebe ausschliesslich nach ihrer äusseren, an Schnitten sichtbaren Form festzustellen zu suchen. Steht die Frage aber so, so hängt die eine oder andere Entscheidung in bedeutendem Masse von der Beurteilung einer ganzen Reihe an sich geringer Erscheinungen ab, welche aber einzig und allein die Möglichkeit bieten sich heraus-

zufinden. Da aber bei Summierung dieser Erscheinungen eine subjektive Auslegung unvermeidlich ist, so wird ein weites Feld für allerlei Voraussetzungen über die Wahrscheinlichkeit der einen oder anderen Entstehung dieser oder jener Elemente geöffnet.

Diese Erwägungen betreffen ausschliesslich die Entstehung der Begleitzellen des Nervs; was dagegen das Auftreten und die weitere Entwickelung der Plasmafortsätze anbetrifft, so steht ihr von jeder Mitwirkung der Mesenchymzellen oder Ganglienleisten unabhängiges Erscheinen ausser allem Zweifel, ebenso wie auch ihr allmähliches Wachstum in der Richtung des künftigen Nervs. In diesem Punkte erregt das Bild der Entwickelung des N. oculomotorius, N. abducens und anderer ventraler Wurzeln nicht den geringsten Zweifel.

Nach diesen kurzen Bemerkungen gehe ich zur weiteren Beschreibung des N. oculomotorius bei dem vorliegenden Embryo über. Schon auf Fig. 51 Taf. III sehen wir eine mit dem Plasmafortsatze des Nervs im Zusammenhang stehende Zelle mit in mitotischer Teilung begriffenem Kern. Es ist ausserordentlich schwer sich bestimmt über die Beziehungen zwischen der Zelle und dem Fortsatze, dem sie anliegt, auszusprechen. Ihre Lagebeziehung zu einander giebt Anlass diese Zelle als eine der künftigen Begleitzellen des Nervs anzusehen. Gleichzeitig ist im gegewärtigen Moment nicht die geringste Andeutung auf einen Zellenaustritt aus dem Gehirne zu entdecken, und der Ursprung dieser Zelle ist entweder im umliegenden Mesenchym oder in den Ganglienleistenelementen, welche, wie oben erwähnt, in dieser Region vorhanden sind, zu suchen.

Weniger deutlich kommen die Begleitzellen an zwei andern zum Ausdruck, von denen die eine sich im Allgemeinen in ihrem Charakter einer Begleitzelle nähert, während die andere noch in bedeutendem Masse den Charakter einer Mesenchymzelle oder einer durchschnittenen grossen spindelförmigen Ganglienleistenzelle zeigt. Es ist interessant, dass die Bildung der Begleitzellen auf eine Mitwirkung gerade von spezifischen Zellen schliessen lässt. Einen Hinweis darauf finden wir in dem Umstande, dass bei Durchgang der Plasmafortsätze durch das Mesenchym eine Veränderung nur einiger Zellen wahrgenommen wird, und letzteres zwar ganz unabhängig von deren verhältnissmässiger Nähe zu den Plasmafortsätzen.

Diese Zellen unterscheiden sich meistens durch ihre Dimensionen; was ihre Form anbetrifft, so ist sie eine höchst mannigfaltige, von

einer einfach runden Sternform mit geringem Plasmagehalte bis zu einer mehr oder weniger gestreckten Spindelform; doch unabhängig von der Zellform, bleibt die Plasmamenge im Vergleich zu dem sehr grossen Kern nur unbedeutend. Einen Hinweis auf die Anteilnahme der Gehirnelemente an der Bildung der Begleitzellen haben wir in dem Vorhandensein von Kernen in bedeutenderen Plasmasträngen, welche sich im Uebergangszustande zwischen dem Gehirn und den äusseren Gruppen der Plasmafortsätze befinden. Einem solchen Bild begegnen wir auf Fig. 52 Taf. III. Andererseits deutet auf einen ähnlichen Prozess, der mit grösserer oder geringerer Intensität verläuft, auch die eintretende Verminderung der Zellenanzahl an der Wurzel des Nervs, welche mit einer bedeutenden Lockerung des Gewebes an dieser Stelle zusammenhängt, hin. Dank diesem Umstande treten die motorischen Ganglienzellen ausserordentlich scharf hervor. So scheint es mir denn, dass die die Plasmafortsätze begleitenden Zellen ihren Ursprung teils der Migration aus dem Gehirne, teils den Ganglienleistenelementen verdanken. Einen wichtigen Beweis zu Gunsten des letzteren sehe ich ausserdem noch darin, dass am Auge längere Zeit eine Strecke der Ganglienleisten erhalten bleibt, welche sich bei der Trennung und Gruppierung der Elemente derselben zu dem Ramus ophtalmicus von der Zellanhäufung sondert. Manchmal zerfällt diese Strecke mehr oder weniger vollständig in einzelne Elemente, wie z. B. bei dem in Rede stehenden Embryo, manchmal dagegen erhält sie sich ganz und ihre Elemente treten zu den Fasern des N. oculomotorius in enge, der Verbindung der Begleitzellen identische, Beziehungen und nehmen, wie ich glaube, an der Bildung des Ganglion ciliare in hohem Grade Anteil. Imfolge dieser Beziehungen zwischen den Anlagen des Ganglion rami ophtalmici und des Ganglion ciliare kommt, wie mir scheint, die Verbindung beider und der spätere Uebergang, wie Carpenter angiebt, der Ganglienzellen des einen in den andern zustande. Es ist höchst wahrscheinlich, dass den aus dem Gehirne migrierenden Zellen ausschliesslich die Bildung der motorischen Neuroblasten des Ganglion ciliare oder im Rumpfe die Bildung der Ganglien des N. sympaticus zufällt. Wesentliche Veränderungen treten um diese Zeit auch in der Struktur des Ramus ophtalmicus nervi trigemini ein. Die oben beschriebenen grossen spindelförmigen Zellen, welche diesem Ast seinen typischen, ihn vom Mesenchym unterscheidenden Charakter verleihen,

nehmen bedeutend an Grösse zu, besonders ihre Fortsätze, welche bereits recht bedeutende Dimensionen erlangen, wie es Fig. 53 Taf. III zeigt, die einen parallel zu der Hauptrichtung der Längsaxen dieser Zellen geführten Schnitt bei starker Vergrösserung darstellt. Deshalb haben wir hier ein deutliches Bild der Verteilung dieser Zellen im Mesenchym, in dem sie verstreut zu sein scheinen, vor uns. Ob ihre Fortsätze in Verbindung miteinander stehen, lässt sich beim Studium an Schnitten schwer sagen. Mir scheint aber, dass sie bis jetzt noch ganz selbständig erscheinen und nicht mit einander verbunden sind.

Diese Zellen sind ausschliesslich an dem Teile des Ramus ophtalmicus vorhanden, wo sich später das Ganglion bildet. Nach aussen, ungefähr von dem Niveau des Auftretens der Anlage des Musculus obliquus superior an, kommen stellenweise nur ihre Plasmafortsätze vor, ohne jede bestimmte Gruppierung.

Bemerkenswert ist um diese Zeit die Bildung bedeutender Ektodermpapillen in der Gegend des Ramus ophtalmicus. Sie erreichen verhältnissmässig sehr bedeutende Dimensionen, wie die Fig. 54 und 55 Taf. III zeigen. Ihre Dicke ist eine verschiedene, aber als gemeinsames Merkmal gilt ihre Länge, welche beständig der Mesenchymzwischenschicht entspricht, die zwichen dem Ektoderm und der Zellanhäufung der Ganglionanlage des Ramus ophtalmicus liegt. Die Zahl dieser Papillen ist stets eine beschränkte: nicht mehr als zwei, grösstenteils aber eine von jeder Seite. Es ist mir nicht gelungen, eine beständige Beziehung zu ihrem Entstehungspunkt nachzuweisen. In ihrer Struktur und ihrer Beziehung zum umgebenden Ektoderm gleichen diese Papillen in hohem Grade den obenbeschriebenen ursprünglichen Papillen des Riechnervs, von denen sie sich nur durch ihren Ursprung vom unverdickten Ektoderm unterscheiden. Wie dort, so haben wir es auch hier mit einem direkten Auswachsen des Ektodermgewebes nach innen, das sich später in seine einzelnen Elemente auflöst, zu tun. Die Anordnung dieser Papillen und der Charakter ihres Ursprunges vom Ektoderm bringt sie jedoch den mehr oder weniger überall verstreuten Ektodermpapillen, deren ich schon früher erwähnte, näher. Andererseits unterscheiden sie sich durch ihre Länge scharf von letzteren, die nie so bedeutende Dimensionen erreichen.

Eine interessante Umdifferenzierung tritt um diese Zeit im Ramus

mandibularis nervi trigemini in Erscheinung. Die oben beschriebenen, reihenweise angeordneten spindelförmigen Zellen gewinnen allmählich eine immer deutlicher ausgeprägte Reihenstruktur, wie die Fig 56 Taf. IV zeigt.

Einige von den gestreckten spindelförmigen Zellen behalten noch ihre unabhängende Lage bei, doch auch an diesen macht sich eine bedeutende Streckung der Plasmafortsätze bemerkbar, wie wir dies schon oben für den Ramus ophtalmicus beschrieben haben. Die übrigen haben sich dagegen schon zu dichten Strängen gruppiert, welche von der unteren epibranchialen Anhäufung sich nach oben hin erstrecken. Einen derartigen Strang sehen wir auf der rechten Seite der Abbildung; drei andere sind im Querschnitt in andern Teilen des Schnittes sichtbar. So viel ich erkennen konnte, lässt sich kein Zusammenhang dieser Stränge mit dem Gehirne entdecken, so dass die Ursache ihres Auftretens keinenfalls im Abgange irgend welcher Plasmafortsätze vom Gehirne liegen kann. Es ist möglich, dass in der unteren Anhäufung, wo sich schon früher die Vergrösserung gewisser Elemente bemerkbar machte, irgend Zellen Plasmaauswüchse entsandt haben, ähnlich wie die Zellen des Ramus ophtalmicus.

Oben wurden die Verdickungen des Ektoderms beschrieben, welche am Berührungspunkt desselben mit der unteren Anhäufung des Ramus mandibularis beobachtet werden. Auf Fig. 57 Taf. IV sehen wir einen Schnitt durch eine solche Stelle. Wie auf den ersten Blick zu sehen ist, zeigt der Zerfall beim vorliegenden Embryo einen typischen Charakter, der sich von dem oben erwähnten, mit der Bildung der einen oder andern Papillen im Zusammenhang stehenden Ektodermzerfall unterscheidet.

Hier zerfällt das Ektoderm auf eine weite Strecke, wobei gerade der Verlust der dasselbe vom Nachbargewebe trennenden Grenze oder, mit anderen Worten, der Verlust seitens seiner inneren Schicht der den benachbarten Distrikten eigenen regelmässigen Anordnung, charakteristisch ist. All' diese Merkmale, die mit dem Massencharakter des Ektodermzerfalls im Zusammenhang stehen, ebenso wie auch die typische, konstante Anordnung dieser Zerfalldistrikte, lassen sie scharf von den Papillenzerfalldistrikten unterscheiden, die über den ganzen Körper verbreitet sind. Wie wir weiter unten sehen werden, ist der epibranchiale Zerfall des Ramus mandibula-

ris, der diesen Namen seiner Lage verdankt, den Zerfalldistrikten, in den epibranchialen Regionen der anderen Kiemenspalten, an den anderen Berührungspunkten des Ektoderms mit den entsprechenden Zellanhäufungen dieser Stränge, durchaus homolog.

In dem mit der unteren Anhäufung des Nervus acustico-facialis in Berührung kommenden Ektoderm ist dieser Prozess in grösserem Masstabe ausgeprägt, was augenscheinlich mit der bedeutenderen Grösse der Anhäufung selbst, die die entsprechende Anhäufung des Ramus mandibularis mehrfach übertrifft, zusammenhängt. Auf Fig. 58 Taf. IV sehen wir einen Schnitt durch diese Stelle. Wie dort, so ist auch hier die Grenze des Ektoderms in den Lateralteilen sichtbar, während sie in dem zentralen völlig verschwindet, so dass wir hier ein gemeinsames Gewebe aus grossen runden Zellen mit sehr geringem Plasmagehalt und mit beinahe ihre ganze Grösse einnehmenden Kernen vor uns haben. Nach oben geht dieses Gewebe allmählich in das Gewebe des zweiten Lateralstranges über, welches aus spindelförmigen Zellen besteht; nach unten läuft es allmählich in ein ähnliches Gewebe, das aber aus kleineren Elementen besteht, aus. Wie wir sehen, besteht eine völlige Uebereinstimmung zwischen dem oben geschilderten Vorgange und dem eben beschriebenen, sowohl im Charakter des Prozesses selbst, als auch in dessen Anordnung.

Wesentliche Veränderungen im Gewebe der Stränge selbst lassen sich nicht anführen, ausser einer dem Ramus mandibularis analogen Zellengruppierung, auf die ich in Anbetracht ihrer völligen Uebereinstimmung mit der eben geschilderten nicht näher eingehen werde. Einige Bemerkungen über die Beziehungen der Anlagezellen des Gehörganglions zum Ohr sind von Interesse. Auf Fig. 59 Taf. IV sehen wir eine äusserst innige Verbindung zwischen ihnen, welche durch die völlige Obliteration der Grenze zwischen denselben veranlasst wird. Die Verbindung ist eine so vollständige, dass infolge einer gewissen Lockerung der äusseren Schicht eine intimere Anteilnahme der Zellen des Hörgrübchens vorausgesetzt werden könnte. Andererseits weist eine grosse Anzahl von Schnitten auf das Vorhandensein hier nur eines einfachen Kontaktes, welcher in vielen Fällen selbst nicht einmal den Zerfall der Grenze des Hörgrübchens nach sich zieht.

Ich werde auf die Anlagen des Nervus glossopharyngeus und des

Vagus nicht näher eingehen und mich nur mit folgenden kurzen Bemerkungen begnügen.

Die Elemente des N. glossopharyngeus fahren in ihrer Abwärtsbewegung fort und gruppieren sich zwischen der epibranchialen Anhäufung und dem Niveau seiner künftigen Wurzeln, oder, richtiger, sogar etwas tiefer.

Eine Verbindung zwischen ihm und dem Gehirne wird nicht beobachtet, nicht einmal in der primitiven Form eines einfachen Kontaktes mit den Wandungen desselben, wie wir ihm in den vorderen Lateralsträngen begegnen. Es bilden sich auch keine Spuren von Zellenklumpen, die sich dem Gehirn fest anschmiegen, wie wir sie an den Strängen gesehen haben, wo sie eine bedeutende Rolle spielen.

Eine etwas andere Erscheinung macht sich in der Anlage des Nervus vagus bemerkbar; das vordere Ende derselben wächst nämlich nach oben aus. Dieses Auswachsen führt zur Bildung einer Art nach oben gerichteter Papille und hat grosse Aehnlichkeit mit den oben beschriebenen Strängen des Ramus mandibularis nervi trigemini, von dem er sich nur durch das Fehlen eines präformierenden Stranges unterscheidet.

Wir haben es hier nämlich mit einer Art Gruppierung der Zellen um die auswachsenden Plasmafortsätze, mit sich unten in der Anlage des Ganglion der epibranchialen Region entwickelnden Ganglienzellen zu tun. Wie wir weiter unten sehen werden, verhält es sich damit gerade so, wie ich eben erwähnte, und wir beobachten hier wirklich eine Gruppierung der Zellen um die Fasern des in Entwickelung begriffenen Nervs.

Eine gewisse Veränderung in der Lage der Ganglienanlage des N. vagus zieht die Bildung der vierten Kiemenspalte, die Hyoidspalte mitgerechnet, nach sich. Da ihre Grösse aber eine geringere ist, spaltet sie die Anlage nicht vollkommen in zwei Teile, so dass die beiden Teile eine innige Beziehung zueinander bewahren. Um diese Zeit beginnt sich im Ektoderm der unteren Anhäufung des N. glossopharyngeus und der des Vagus gegenüber ein ähnlicher Zerfall mit den oben bereits für die Lateralstränge beschriebenen charakteristischen Erscheinungen bemerkbar zu machen.

Einiges Interesse verdienen bei diesem Embryo die Veränderungen in den Zellgruppen der Dorsalwand. Um diese Zeit lässt sich

auf Schnitten durch den vorderen oder hinteren Teil des Rumpfes die mit der Bildung der Rückenmarksganglien im Zusammenhang stehende Umdifferenzierung ihrer Elemente verfolgen. Fig. 60 Taf. IV zeigt eine ziemlich primitive Anordnung dieser Gruppen. Zur Deutlichkeit des Bildes trägt die günstige Schnittrichtung bei, dank welcher uns hier das Gesammtbild der Beziehungen der verschiedenen Teile entgegentritt.

Ihre ursprüngliche Anordnung hat nur die Zellgruppe vollständig bewahrt, deren Aussehen sich einem Tropfen nähert. Um sie herum haben sich bereits in lange Plasmafortsätze ausgezogene Zellen gebildet; ebensolche Fortsätze lassen sich auch in den oberen Zellen, welche über dieser Gruppe liegen, erkennen. Einige dieser Fortsätze sind augenscheinlich in die Wandungen des noch erhaltenen Somiten eingedrungen, wo sie sich eine kleine Strecke weit verfolgen lassen. Ueberhaupt macht sich eine Ablösung der Zellen von der Neuralrohrwand bemerkbar, welche wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass, mit dem Zerfall der inneren Somitenwand, der gegen das Neuralrohr gerichtete Druck aufgehoben wird. In den vorderen Rumpfsegmenten erreicht der Prozess eine weitere Entwickelung, wie die Fig. 61 Taf. IV zeigt. Hier hat sich die Zellgruppe der Dorsalwand schon in einzelne Stränge aufgelöst, um welche sich die Zellen gruppieren. Die Verbindung der Zellen mit der Dorsalseite des Rückenmarks durch einen gemeinsamen Strang, welcher die eben erwähnten einzelnen kleinen Stränge in sich zusammenfasst, bleibt erhalten. Auf der erwähnten Abbildung sehen wir nur den Anfang dieses gemeinsamen Bündels. Gleichzeitig ist auch, mit dem Zerfall der inneren Platte des Somiten, der scharfe Unterschied zwischen der durch die umgebenden Somitenwände zusammengepressten Zellgruppe und den regelmässig angeordneten Zellen des Somiten verschwunden. Jetzt haben die Zellen der Somitenwandung die charakteristische, für das ganze Mesenchym bezeichnende Struktur angenommen, und einige derselben scheinen zwischen die gross ausgewachsenen und auseinandergetretenen, aus der Dorsalseite des Neuralrohrs migrierten Zellen eingedrungen zu sein. Doch besteht der Unterschied zwischen den beiden Gebilden noch fort, und obgleich ihre Grenze nur durch einen Streifen weniger dicht gelagerter Elemente repraesentiert wird, so erlaubt die Struktur der Zellen in den Ganglienanlagen der Rückenmarksnerven dennoch eine

Grenze zwischen beiden Geweben auf den Schnitten zu ziehen, die der Richtung ihrer Fortsätze parallel geführt sind, und solche Schnitte ergeben ein deutliches Bild ihrer Struktur.

Wie schon aus dem Schnitt Fig. 60 Taf. IV ersichtlich, erreichen die Zellen der Dorsalwand beinahe die Abgangsstelle der Ventralwurzeln und nehmen, allem Anscheine nach, an der Bildung der Begleitzellen derselben Anteil.

Die Beschreibung dieses Embryos beschliesse ich mit einem Hinweis auf die Verteilung seiner mesodermalen Anhäufungen. Gerade bei diesem Embryo wird die Anlage des Musculus rectus externus durch eine einzige einfache Anhäufung repraesentiert. Wie bereits gesagt, kommt dies manchmal gleich am Anfange der Differenzierung dieses Muskels vor, und im vorliegenden Falle haben wir es wahrscheinlich mit einer solchen Erscheinung zn tun, da ich bei andern Embryonen desselben Stadiums zwei- und dreiteiligen Anlagen dieses Muskels, welche noch nicht in Eins verschmolzen waren, begegnete.

Die Embryonen der unmittelbar auf das eben geschilderte Stadinm folgendem Entwickelungsperiode bieten ein grosses Interesse, einerseits durch die sehr bedeutenden sich in den Nerven abspielenden histologischen Prozesse, und andererseits durch die morphologischen Eigentümlichkeiten der Verteilung der sich um diese Zeit entwickelnden motorischen Nerven. Bemerkenswert ist in letzterer Hinsicht die Strecke zwischen dem N. abducens des erwachsenen Tieres und den ersten Ventralwurzeln der typischen Rückenmarksnerven. Ich werde deshalb näher auf die Embryone dieses Stadiums eingehen, um ein möglichst klares Licht auf diese Erscheinungen zu werfen.

Bald nach dem ersten Erscheinen des N. oculomotorius, dessen Bildungsprozess schon beim vorigen Embryo geschildert wurde, lässt sich das Entstehen der Wurzeln des N. abducens beobachten, welche äusserst konstant zwischen dem N. acustico-facialis, manchmal etwas vor demselben, und den typischen Wurzeln der ventralen Spinalnerven liegen, von denen die vorderen später zum N. hypoglossus verschmelzen. Einer charakteristischen Anordnung dieser Wurzeln begegnen wir schon auf der Rekonstruktion 102 Taf. VI des Embryos mit F. P. 2, 2, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe.

Die Hirnbeuge hat bei diesem Embryo bereits ihren Abschluss erreicht, und im Zusammenhang damit nimmt die Falte, welche die

Hypophyse umgiebt und bei den vorhergehenden Embryonen einen bedeutenden Umfang erreichte, ab. Bei diesem Embryo sind die Spuren derselben zwar noch vorhanden, doch hat sich ihre Höhlung bereits geschlossen u. ihre Wände lösen sich in einzelne Elemente auf.

Ich werde nicht näher auf die Veränderungen der zwei vorderen Gehirnblasen eingehen und wende mich direkt den Einteilungen des vierten Ventrikels zu. Hier ist es von Interesse, dass die fünf Neuromere des vierten Ventrikels eine charakteristische Struktur angenommen haben, durch welche sie sich, nach Neal's Meinung, von denen des Rumpfes unterscheiden. Letztere verschwinden, übrigens, bei den Hühnerembryonen um diese Zeit fast vollständig.

Diese fünf Neuromere, das heisst eigentlich die zweite Hälfte des ersten, der zweite, dritte, vierte und fünfte Neuromer des vierten Ventrikels haben um diese Zeit die typische Struktur angenommen, welche Neal eingehend für die Haifische beschreibt, und sind voneinander nicht nur durch nach innen vorspringende Kanten, sondern auch durch Zwischenwände aus faserigem spongiösem Gewebe scharf abgegrenzt. Infolge der Beendigung der Hirnbeugung und der Fixation der Wurzeln der Kopfgangliennerven, hört das oben beschriebene Vorrücken dieser Neuromere gänzlich auf.

Die eben bestehende Lagerung zeigt keinen grossen Unterschied von der beim Embryo mit F P. 1,3 mm. Ebenso wie dort, hat auch hier der N. trigeminus in der zweiten Hälfte des ersten, der N. acustico-facialis an der Grenze zwischen dem dritten und vierten Neuromer Stellung gefasst; der N. glossopharyngeus befindet sich dagegen schon hinter dem fünften Neuromer. Es ist schwer festzustellen, ob Neuromere in der Region des N. glossopharyngeus und des N. vagus vorhanden sind. Es lässt sich nur das Vorhandensein gewisser Spuren einer Kante erkennen, welche zwischen diesen beiden Nerven das Neuralrohr in zwei Neuromere abgrenzt; diese Kante ragt jedoch nur so wenig in das Lumen des Ventrikels hervor, dass ich es nicht für möglich halte, dieselbe als genaue Grenze zwischen den entsprechenden Neuromeren anzusehen.

Andererseits mussten sich ungefähr in dieser Region die zwei Rumpfneuromere befinden, welche den zwei metaotischen Somiten, die sich bereits lange vor dieser Periode völlig aufgelöst haben, entsprachen.

Was die Lagebeziehungen der Neuromere zu den ventralen motorischen Nerven anbetrifft, so werde ich darauf später bei der Beschreibung der entsprechenden Nerven noch ausführlicher zurückkommen.

Die Lage und die Struktur der Kopfnerven bei diesem Embryo bietet ein grosses Interesse, da wir hier beinahe in allen Gruppen einer ganzen Reihe von Veränderungen begegnen. Der Nervus olfactorius bietet zu dieser Zeit ein interessantes Bild. Der oben erwähnte papillenartige Auswuchs des Ektoderms hat sich bedeutend vergrössert und schon einige charakteristische Strukturveränderungen erlitten, wie die Fig. 62 Taf. IV zeigt. Hauptsächlich bestehen dieselben in einer Verlängerung der Zellen, welche denselben Charakter wie die mehrfach beschriebenen Zellen anderer Gangliennerven anzunehmen scheinen. Da aber die Zellen hier sehr dicht und eng aneinander liegen, lässt sich ihre Struktur nur annähernd verfolgen. Der Streifen lockereren Gewebes an der Basis der Papille, der schon früher beschrieben wurde, beginnt sich durch einen höchst interessanten Charakter auszuzeichnen. Stellenweise macht sich nämlich an der Peripherie der Papille das Vorhandensein der ursprünglichen Beziehungen zwischen beiden Geweben bemerkbar, während in dem zentralen Teile derselben wesentliche Veränderungen eintreten, die den Nerv seiner Struktur nach dem des Erwachsenen näher bringen. Es entsteht die Membrana limitans des Riechgrübchens, welche hie und da auftritt und stellenweise von den Plasmafortsätzen durchbohrt wird, die von dem Riechgrübchen zur Papille hinziehen.

Was die Beziehungen zwischen dem Nerv und dem Gehirn anbetrifft, so kann bis jetzt das Fehlen jeglicher Verbindung zwischen ihnen konstatiert werden. Die Anlage des Riechnervs, welche aus dem Ektoderm des Riechgrübchens entspringt, endet frei im Mesenchym, und obgleich sich vor derselben ein Bündel von Plasmafortsätzen vorfindet, erreichen seine Fasern doch noch nicht die Gehirnwände.

Die ganze Lage dieser Plasmafasern weist bestimmt auf ihre Entstehung entweder aus dem Ektoderm des Riechgrübchens, oder aus den Zellen der vorwachsenden Papille hin. Anfangs erscheinen sie an der Spitze der Papille als ziemlich dickes Bündel und verschwinden allmählich in der Richtung zum Gehirn, wodurch das ganze Bündel, sich allmählich verjüngend, endlich verschwindet.

Was die Wachstumsrichtung sowohl der Papille, als auch des Bündels von Plasmafasern anbetrifft, so gleicht sie bedeutend der Richtung des Nervs beim erwachsenen Tier, obgleich auch wesentliche Ergänzungen in dieser Beziehung zu beachten sind. Und zwar schmiegt sich die Nervenanlage der vorderen Gehirnwand an und nähert sich allmählich der Medianlinie. Doch ist die Richtung, die sie dabei einhält, zur Medianlinie des Kopfes keine perpendikuläre, sondern eine bedeutend geneigte, da sich der Nerv noch etwas nach oben, der Dorsalseite zu, kehrt. So viel ich beobachten konnte, liegt die Stelle seines künftigen Eintrittes in das Gehirn ungefähr am früheren Neuropor, das heisst in dem Distrikt, wo die Ganglienleisten am vordersten Kopfende am längsten erhalten bleiben. Doch kann ich, in Anbetracht des grossen Zeitraums, der zwischen der Schliessung des Neuropors und dem Eintritt der Fasern des Riechnervs ins Gehirn liegt, nicht besonders darauf bestehen; doch werden wir später bei der Beschreibung der folgenden Embryonen, wenn die Verbindung des Nervs mit dem Gehirne bereits ausgebildet sein wird, näher darauf zurückkommen; jetzt gehe ich zur Beschreibung der übrigen Nerven über.

Der N. oculomotorius weist manche interessante Eigentümlichkeiten, sowohl in seiner Struktur, als auch morphologische, auf. Besonders bemerkenswert ist die beständige Gabelung seines Stammes in zwei Nerven, von denen der eine sich normal zur Zellenanhäufung der Anlage des Ganglion ciliare hinzieht, während der andere, welcher in seiner Bildung und Lage sehr konstant ist, sich nach hinten dem Musculus rectus externus, der um diese Zeit meist schon zu einer kompakten Masse verschmolzen ist, zuwendet. Ausser der Zellgruppe, welche augenscheinlich an der Bildung des Ganglion ciliare teilnimmt, treten um diese Zeit Gruppen von Mesenchymzellen längs dem N. oculomotorius auf, die scheinbar die von diesem Nerv innervierten Muskeln bilden. Es ist sehr schwierig die Geschichte ihrer Entstehung genau festzustellen, da sie einerseits den Eindruck von Zellen erwecken, welche sich von der oben erwähnten Gruppe, die an der Bildung des Ganglion ciliare teilnimmt, ablösen, während andererseits der Charakter ihrer Vermehrung mit der Gruppierung der Mesenchymzellen in bestimmtem Zusammenhange steht. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, dass auch die erste Gruppe um diese Zeit nicht ausschliesslich von Gan-

glienleistenzellen zusammengesetzt wird, sondern von Mesenchymzellen stark durchsetzt ist, was den Vorgang einigermassen verdunkelt und den Unterschied zwischen den Anlagen zweier so verschiedener Bildungen aufhebt.

In struktureller Beziehung macht sich um diese Zeit eine weitere Gruppierung der Nervenfasern bemerkbar; da dieselben an Zahl jedoch bedeutend zunehmen und die umliegenden Zellen eines grossen Bezirks umfassen, lässt sich eine originelle Gruppierung dieser letzteren beobachten; die Begleitzellen umgeben nämlich die Nervenfasern gewissermassen als Mantel, wie die Fig. 63 Taf. IV zeigt. Eine solche Anordnung dieser Zellen weist, meiner Ansicht nach, darauf hin, dass an ihrer Bildung die Zellen des umliegenden Gewebes wesentlich Anteil nehmen; doch halte ich es auch jetzt für unmöglich genau festzustellen, ob sich Mesenchymzellen oder ausschliesslich im Mesenchym verstreute Ganglienleistenzellen um die Fasern gruppieren. Ein ähnliches Bild bietet das Eindringen des Nervs in die kompakte Mesenchymmassen der Muskelanlage, oder in die Masse der Anlage des Ganglion ciliare. Nur wird in letzterem, zum Unterschied von den Muskelanlagen, ein bedeutendes Auseinandertreten der Fasern beobachtet, weshalb sich die Fasern über einen grösseren Gewebsdistrikt ausbreiten, in welchem sie sich dann gleichmässiger verteilen.

In der Anlage des Ramus ophtalmicus n. trigemini macht sich eine bedeutende Verdichtung des Gewebes geltend. Die getrennt im Mesenchym verstreuten spindelförmigen Zellen haben sich jetzt schon völlig zusammengruppiert, und um die Fasern, welche augenscheinlich den Fortsätzen angehören, haben sich Begleitzellen gebildet. Die Lage der kleinkernigen Zellen um die Fortsätze der gestreckten spindelförmigen Zellen erinnert ausserordentlich an die Anordnung der Begleitzellen des vorhergehenden Nervs in der Region des Ganglion ciliare, dem sie noch der Umstand, dass diese Zellen die Hauptmasse des Ganglions bilden, näher bringt. Ueber ihre Entstehung ist es schwer sich bestimmt auszusprechen, doch ist es höchst wahrscheinlich, dass ein grosser Anteil an derselben den sich später der Ganglienanlage anschlissenden Zellen der Ganglienleisten zukommt. Ausser der Verdichtung der Masse des Ganglions und der Ausbildung einer scharfen Abgrenzung derselben vom umgebenden Gewebe, muss noch zweier Umstände erwähnt werden:

erstens, dass der dem Gehirn zugekehrte Teil des Ganglions sich der Wandung desselben anschmiegt, was eine entsprechende Ausstülpung des Gehirns veranlasst, und zweitens das bedeutende Auswachsen der bei Beschreibung früherer Embryone erwähnten Plasmafasern zum Auge hin. Bei dem vorliegenden Embryo erreichen sie bereits eine recht bedeutende Entwickelung und durchsetzen die Masse der Anlage des Musculus obliquus superior, wie aus der oben erwähnten Rekonstruktion 102 Taf. VI ersichtlich ist. Was den Charakter der auswachsenden Plasmafasern anbetrifft, so haben sie grosse Aehnlichkeit mit den peripheren Teilen der motorischen Nerven. Eine grosse Aehnlichkeit ist auch mit den, zwischen Gehirn und dem Ganglion des Nervi vagi sich entwickelnden Plasmafasern vorhanden, wie wir weiter unten sehen werden.

Eine ähnliche Verdichtung giebt sich auch im Gewebe des Ramus mandibularis nervi trigemini, welcher sich um diese Zeit vom umgebenden Gewebe scharf abgrenzt, zu erkennen. Zur selben Zeit wird die Migration der Ektodermzellen in der Epibranchialregion geringer. Eine höchst bemerkenswerte Tatsache ist zweifellos das Auftreten von motorischen Ganglienzellen im Gehirnboden auf der ventralen Seite, welche mit denen der Kerne des N. oculomotorius, des N. trochlearis, dessen Kern sich zu differenzieren beginnt, und der Kerne anderer ventraler motorischen Nerven durchaus identisch sind. Weder im Charakter ihrer Anordnung, wie die Fig. 64 Taf. IV zeigt, noch in der Struktur der Zellen selbst lässt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen den einen und andern entdecken. Gleichzeitig mit dem Auftreten dieser motorischen Zellen erkennt man auch im ventralen Teile des Ramus mandibularis den Austritt von Plasmafasern, welche diesen Zellen ihren Ursprung verdanken. Der Charakter des Austrittes dieser Plasmafortsätze der motorischen Neuroblasten des Trigeminus stimmt mit dem der Plasmafortsätze der übrigen ventralen motorischen Nerven durchaus überein, unterscheidet sich jedoch scharf von den oben erwähnten Bündeln, welche beim vorhergehenden Embryo beschrieben wurden, die sich von der unteren Anhäufung zum Gehirn hinziehen. Die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse überzeugen uns von dem Vorhandensein der hier stattfindenden Begegnung zweier Wachstumsrichtungen der Fasern. Uebrigens werde ich jetzt diese Erscheinung keiner morphologischen Schätzung unterwerfen und dieselbe auf einen geeigneteren Moment verschieben.

Bevor ich zu dem N. abducens und den folgenden ventralen Wurzeln der motorischen Nerven übergehe, will ich die Beschreibung der Gangliennerven abschliessen, um später bei der Betrachtung der motorischen Nerven nicht wieder darauf zurückkommen zu müssen. In der Entwickelung der Gruppe des Acustico-facialis lässt sich bei diesem Embryo nur eine weitere Differenzierung beider Nerven erwähnen. Während das Ganglion acusticus sich bedeutend verdichtet und vom umgebenden Gewebe abgrenzt, wobei dasselbe jedoch annähernd seine primitive Lage beibehält, erfährt dieselbe beim Nervus facialis eine weitgehende Veränderung. Diese Veränderungen bestehen hauptsächlich darin, dass die Elemente, welche sich dem ersten Nerv nicht angeschlossen haben, weiter in den epibranchialen Teil herabsinken, wo sie sich um die Zellenanhäufung des unteren Teiles des Lateralstranges und den Distrikt verdickten, sich in einzelne Elemente auflösenden Ektoderms, gruppieren. Gleichzeitig mit dem Hinabsinken der Elemente, welches eine bedeutende Verdünnung des oberen Teiles des N. facialis verursacht, macht sich eine ansehnliche Vermehrung der Plasmafortsätze bemerkbar, welche die übrigen Zellen um sich herum gruppieren und vom Ganglion zum Gehirne wachsen, worauf ihre bedeutendere Entwickelung im unteren Teil, am Ganglion, hinweist. Sowohl quantitativ, als qualitativ sind sie hier schärfer ausgeprägt.

Gleichzeitig mit der Entstehung des Ganglions lässt sich um diese Zeit die Bildung eines unbedeutenden Auswuchses in der Richtung zum N. trigeminus hin beobachten; dieser Auswuchs erreicht jedoch keine hohe Ausbildung und ist an und für sich höchst unbeständig.

Weit interessanter sind die Veränderungen im N. glossopharyngeus und vagus, die ich gleichzeitig beschreiben werde, da die sich in ihnen abspielendem Prozesse viel Gemeinsames haben. Da es höchst schwierig ist, auf der Rekonstruktion alle einzelnen Bündel von Plasmafasern darzustellen, welche von den Ganglien zum Gehirne hinwachsen und eine Verbindung zwischen beiden herstellen, habe ich auf der Abbildung den ganzen Distrikt, wo diese Bündel verlaufen, durch die selbe Farbe wie den Nerv als einheitliche Masse bezeichnet; in Wirklichkeit haben wir es hier nur mit einzelnen Faserbündeln, welche das Ganglion mit dem Gehirne verbinden, zu tun.

Der Nerv des IX. Paares besitzt um diese Zeit schon einen

ganz andern Charakter als bei den vorhergehenden Embryonen. Die Hauptzellenmasse des Stranges ist schon bedeutend herabgesunken, wo sich ein längliches Ganglion zu differenzieren beginnt. Zwischen dem Gipfel dieses Ganglions und dem Gehirne erkennt man aus dem Ganglion entspringende Plasmafasern und einzelne, in lange Plasmafortsätze ausgezogene Zellen; ähnliche Zellen sind auf Fig. 62 Taf. V dargestellt, wo wir dieselbe Stelle bei einem viel älteren Embryo wiedergegeben finden.

Eine derartige Differenzierung des Ganglions lässt sich auch am N. vagus beobachten, mit dem Unterschiede, dass das Ganglion desselben sich viel tiefer und völlig unabhängig vom Gehirn bildet, da sich dasselbe von dem hinteren Teile der unteren Anhäufung des dritten Paares Lateralstränge abschnürt. Infolgedessen werden zwischen diesem Ganglion und dem Gehirne keine in lange Plasmafortsätze ausgezogene Zellen beobachtet, sondern ausschliesslich Plasmafasern, die aus dem Ganglion austreten. Ich muss übrigens bemerken, dass im hinteren Teile der Wurzeln des N. vagus bisweilen Zellen vorkommen, welche den eben für den N. glossopharyngeus beschriebenen durchaus analog sind und wahrscheinlich wohl der Migration aus der Dorsalwand des Neuralrohrs ihren Ursprung verdanken. Sehr viele Umstände sprechen dafür, dass die Plasmafortsätze nicht aus dem Gehirne, sondern aus dem Ganglion austreten. So gruppieren sich die auf Fig. 65 Taf. IV dargestellten Fasern um das Ganglion, von welchem sie als kompaktes Bündel abgehen, wie schon oben erwähnt wurde; dieses Bündel endet, sich allmählich zum Gehirne hin verjüngend, ohne das letztere erreicht zu haben. Später, im Stadium des in Rede stehenden Embryos, erreichen einige von diesen Fasern die Gehirnwandungen; doch entdeckt man anfangs im Gehirn an der Eintrittsstelle keine Spur von Ganglienzellen, denen die Bildung dieser Fasern zugeschrieben werden könnte. In einer ziemlich bedeutenden Entfernung vom Gehirne treten die sich bis hierher erstreckenden Fasern auseinander. Doch hat hier an der Trennungsstelle das Bündel im Vergleich zu dem, was wir an seinem Ausgangspunkt vom Ganglion auf Fig. 66 Taf. IV gesehen haben, bereits stark abgenommen. Solche Tatsachen, wie der mächtige Austritt des Bündels aus dem Ganglion und dessen spätere Volumenabnahme, in frühen Stadien sogar seine Unterbrechung und das Fehlen von

Ganglienzellen in der Gehirnwand an der Eintrittsstelle der Fasern, müssen selbstverständlich als indirekte Hinweise darauf angesehen werden, dass diese Fasern ausserhalb des Gehirnes entstehen; ich bin nicht imstande, einen direkten Beweis in Form einer herauspraeparierten Zelle mit der ihr entsprechenden Faser zu liefern, doch weisen sämtliche Tatsachen so bestimmt darauf hin, dass ich es für durchaus möglich halte die Nervenfasern von den Ganglienzellen abzuleiten. Was den Charakter dieser Fasern anbetrifft, so haben sie bedeutende Aehnlichkeit mit den vorne sich ausbreitenden Fasern des Ramus ophtalmicus nervi trigemini und den Plasmafortsätzen der motorischen Nerven. Ebenso wie in allen andern Fällen des Durchtrittes von Plasmafortsätzen durch das Mesenchym, gruppieren sich seine Zellen um diese Fortsätze und bilden gewissermassen eine Hülle um dieselben, wie die Fig. 65 Taf. IV zeigt, auf welcher eine plasmatische Faser des N. vagus dargestellt ist.

Ich gehe nun zur Beschreibung der Gruppe des N. abducens und der sich hinter letzterem entwickelnden Ventralwurzeln der motorischen Nerven über. Fig. 9 und 10 im Text stellt den Distrikt zwischen der ersten Wurzel des Abducens und dem ersten freien motorischen Nerven von spinalem Charakter, wie wir sie an beiden Seiten des beschriebenen Embryos vorfinden, dar; auf der einen Seite ist die Entwickelung weiter vorgeschritten als auf der andern, wie dies bei Embryonen stets der Fall ist. Wie wir auf beiden Abbildungen sehen können, stehen hier die Wurzeln des Abducens und die hinter ihnen liegenden motorischen Wurzeln bis zur ersten Gruppe von unstreitig spinalem Charakter miteinander in Verbindung. Soviel ich beobachten konnte, existieren bedeutende Schwankungen in der allmählichen Aufeinanderfolge ihres Erscheinens; grösstenteils erscheinen zuerst die vorderen Spinalwurzeln, und erst später die vor ihnen liegenden. Ein solcher Entwickelungsgang wird viel häufiger konstatiert als der entgegengesetzte—von vorne nach hinten; doch ist es schwer ein entschiedenes Urteil zu fällen, da der Entwickelungsgrad der vorderen Gruppen grossen Schwankungen unterworfen ist.

Die auftretenden Stämme weisen deutlich den Charakter von Plasmafortsätzen auf, die von einer grösseren oder geringeren Menge von Begleitzellen umgeben sind. Die Richtung dieser Fasern weist bedeutende Schwankungen auf, wahrscheinlich infolge

der Anordnung der umliegenden Gewebeelemente. Infolgedessen macht sich in der betreffenden Region, besonders in seinem hinteren Teile, eine völlige Verwirrung der einzelnen Stämme bemerkbar, welche sich auf manigfache Weise gruppieren, wie die Textfig. 9 zeigt. Die Bildung eines gemeinsamen Stammes mit typischer, gleichförmiger Richtung der Fasern des Abducens wird hauptsächlich nur im vorderen Teil dieses Distriktes beobachtet. Uebrigens giebt es auch Ausnahmen, wenn nämlich der Stamm mit nach vorne gerichteten Fasern sich auf Kosten fast aller Wurzeln bildet, wie z. B. auf Textfig. 10 zu sehen ist.

Sehr schwierig ist es zwischen diesen Wurzeln die Spuren irgend welcher verschwundenen Gruppierung zu entdecken. Wie wir weiter unten sehen werden, lässt sich in einigen Fällen eine bestimmte Trennung dieser Wurzeln in drei Gruppen beobachten, und in gegebenem Falle (Textfig. 9) haben wir es gerade mit drei ziemlich deutlich von einander abgegrenzten Gruppen zu tun: einer vorderen, mit einer allgemeinen Richtung der Fasern nach vorne, einer mittleren—indifferenten und einer hinteren—mit der allgemeinen Richtung nach hinten. Hier stimmt die Lage dieser drei Gruppen ungefähr mit den in dieser Region gelegenen drei Neuromeren, von denen die beiden hinteren, die Rumpfneuromeren, schon verschwunden sind, und mit den drei verschwundenen Somiten dieser Region überein. Ich behalte hier die oben erwähnte Auffassung Goronowitsch's und Chiarugi's über die Kopfsomiten bei und halte die drei hinteren für metaotische Somiten, und sehe nur den ersten als wirklichen prootischen Somiten, als Homologon des dritten Somiten des Neunauges an; letzterer entspricht, meiner Ansicht nach, keineswegs dem Segment des Facialis, wie gewöhnlich angenommen wird, sondern dem Segment des Trigeminus, von welchem beim Neunauge, nach Ahlborn, auch der ihn innervierende Nerv entspringt.

Während aber auf der einen Seite des Embryos diese Angaben mehr oder weniger vollständig übereinstimmen, sind die Verhältnisse auf der anderen Seite viel komplizierter, da sich hier keinerlei Spuren einer Gruppierung der Wurzeln entdecken lassen, wie die Fig. 10 im Text zeigt. Während andererseits im ersten Falle der Nerv ungefähr den Distrikt von drei Neuromeren umfasste, sehen wir an dieser Seite, dass er hier vom dritten Neuromer des vierten Ventrikels an und dicht bis an die erste typische ventrale

Spinalnervenwurzel oder, mit anderen Worten, bis zur Stelle des verschwundenen dritten Rumpfneuromeren vom Gehirn abgeht. So umfasst der Nerv an dieser Seite, statt dreier Neuromere, wie an der anderen, ganze fünf; doch lässt sich dafür hier infolge der massenhaften Ausbildung der Stämme keine Spur einer Gruppierung der Wurzeln erkennen.

Sehr interessant ist die Bildung dieser kleinen Stämme und des gemeinsamen Stamms des N. abducens. Hier sind die oben schon mehrfach erwähnten Plasmafasern ganz augenscheinlich vorhanden. Zugleich begegnen wir, sowohl auf den nächsten Strecken der bedeutenden Wurzeln, als auch am gemeinsamen Stamme, einer grossen Anzahl von Begleitzellen mit stark gestreckten Kernen und einer spindelförmigen, mehr oder weniger länglichen Gestalt. Manchmal besitzen einige der aus dem Gehirne austretenden Plasmafasern keine Begleitzellen, doch hatte ich andererseits Gelegenheit so innige Beziehungen irgend eines Kernes zu den Fortsätzen zu beobachten, dass ich die Frage über ihr gegenseitiges Verhältniss nicht zu entscheiden wage. Es ist möglich, dass solche Erscheinungen als Hinweise auf eine Zellenmigration aus dem Gehirne angesehen werden müssen, da ich sie hauptsächlich nur in der Nähe der Gehirnwände beobachten konnte. Es ist interessant die Veränderungen zu beachten, welche zur Zeit der Bildung des Abducens in dem Teile des Mesenchyms stattfinden, durch den dieser Nerv durchtritt. Ohne an Grösse zuzunehmen, nehmen die Mesenchymzellen dieses Teils eine etwas längliche, der Richtung des Nervs nach gestreckte Gestalt an. Eine solche Umdifferenzierung wird nicht nur in den dem Durchtritt des Nervs am nächsten liegenden Distrikten, sondern auch in ziemlich weiter Entfernung von demselben beobachtet. Eine direkte Beziehung zwischen den Begleitzellen des Nervs und den veränderten Mesenchymzellen lies sich nicht feststellen, doch kann diese Frage nicht bestimmt entschieden werden. Andererseits muss eine derartige Anordnung des Mesenchyms wahrscheinlich als eine der Ursachen angesehen werden, welche die motorischen Wurzeln des Abducens in einer dem Gehirnboden parallelen Richtung lenken. Da die Nervenfasern wahrscheinlich die zum Durchgang leichteste Bahn, das heisst den Längsaxen der Mesenchymzellen entlang, verfolgen, wird diese, auf den ersten Blick unerklärlich scheinende, Beständigkeit ihrer Richtung parallel dem Hirn-

boden, erzielt. Ich werde hier nicht versuchen die Ursachen einer solchen Struktur des Mesenchyms zu erklären, da uns dies jetzt zu weit führen könnte, und gehe zur weiteren Beschreibung der Nerven bei dem gegebenem Embryo über. Um diese Zeit ist die Differenzierung der Rückenmarksganglien, welche an Sagittalschnitten besonders klar und deutlich hervortreten, bedeutend vorgeschritten. Ihre Anordnung ist eine höchst interessante, besonders im Occipitalteil des Kopfes.

Die fünf vorderen Segmente besitzen bereits keine typischen Rückenmarksganglien; statt dieser erkennt man nur tönnchenartige Verdickungen am gemeinsamen Stamme der Commissur des Vagus; dieser Stamm wird hauptsächlich von den Fortsätzen der Ganglienzellen dieser Anschwellungen gebildet und nur teilweise von Fasern, welche vom Gehirne ausgehen; doch spielen letztere Gebilde, nach den Querschnitten zu urteilen, wohl kaum eine bedeutende Rolle. Entsprechend den Segmenten, die in dieser Region liegen, sind auch diese Anschwellungen in der Fünfzahl vorhanden. Soviel an Querschnitt zu sehen ist, gehen von diesen Anschwellungen stellenweise Fasern nach unten ab, welche den oben erwähnten analog sind.

Am sechsten Segmente begegnen wir der Anlage eines Rückenmarksganglions, die jedoch weniger entwickelt ist als die kaudalwärts liegenden. Wir haben also zu dieser Zeit eine völlig übereinstimmende Anordnung der Ganglien der Rückenmarknerven und der Somiten, in denen sich bereits Muskelfasern herauszudifferenzieren beginnen. Der Vaguskomplex wird durch fünf unvollständig entwickelte Rückenmarksganglien, denen fünf ventrale motorische Wurzeln entsprechen, repraesentiert.

Ich gehe nun zur Beschreibung eines Embryos von 2,4 mm. Frontoparietallänge über. Die Differenzierung der Kopfnerven ist bei demselben verhältnissmässig wenig vorgeschritten, wie die Rekonstr. 103 Taf. VI zeigt. Die allgemeine Anordnung der Kopfnerven ist hier annähernd dieselbe wie beim vorigen Embryo; nur eine Vergrösserung der motorischen Nerven und eine gewisse Verlängerung des peripheren Teils des Ramus ophtalmicus ist beachtenswert. Ausserdem ist noch die unvollständige Entwickelung des Rückenmarksganglions des sechsten Segments interessant, die übrigens nur eine individuelle Abweichung darstellt.

Was die Struktur der einzelnen Nerven anbetrifft, so sind die Veränderungen in manchen Gruppen äusserst bemerkenswert. Beginnen wir ihre Beschreibung von vorne. Der N. olfactorius weist bestimmtere Anzeichen der Bildung von Plasmafortsätzen auf, doch sind die Beziehungen der kompakten Papille zu dem Ektoderm des Riechgrübchens so innige, dass sie noch nicht als zwei voneinander unabhängige Gebilde getrennt werden können.

Mit dem Gehirne steht dieser Nerv noch nicht in Verbindung, und die Plasmafortsätze enden frei im Mesenchym wie beim vorigen Embryo, obgleich ihre Länge eine bedeutend grössere ist.

Wesentlichen Veränderungen begnen wir in der Struktur des Oculomotorius. Da die Anzahl der Begleitzellen bedeutend zugenommen hat, geht seine anfangs deutlich ausgeprägte Struktur verloren. Die Zahl der Begleitzellen vergrössert sich so bedeutend und diese Vergrösserung geht so schnell vor sich, dass es schwer fällt die Entstehung ihrer ganzen Masse dem Gehirne zuzuschreiben, dem sie, nach Carpenter, ausschliesslich ihren Ursprung verdankt. Es ist um so bedenklicher, als wir keinerlei scharfen, direkten Anzeichen eines solchen Massenprozesses, sondern nur Hinweisen auf einzelne Migrationen von Zellen aus dem Gehirne in den Nervenstamm begegnen. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint ausserdem die gegenseitige Beziehung der plasmatischen Nervenfasern zu den Mesenchymzellen eine höchst rätselhafte. Bei Durchtritt dieser Fasern durch das Mesenchym umstricken sie die Mesenchymzellen, welche zwischen die einzelnen Stämme geraten und ein Aussehen, welches sich dem Charakter der Begleitzellen nähert, annehmen. Es scheint nur höchst wahrscheinlich, dass einige von diesen Zellen wirklich zu solchen werden.

Auf die Wahrscheinlichkeit dieses Umstandes weist auch die folgende Tatsache hin, nämlich das Vorhandensein auf der Bahn des N. oculomotorius und unweit von demselben einer bedeutenden Menge von grosskernigen, verstreuten Zellen, die sich von den gewöhnlichen Mesenchymelementen nicht nur durch ihre Grösse, sondern auch durch die Rundlichkeit ihres Kerns unterscheiden. Diese Zellen sind, wie oben erwähnt wurde, öfters zu kompakten Massen gruppiert, durch welche der Nerv hindurchtritt. Nach ihrer Anordnung zu urteilen, besitzt diese Gruppe direkte Beziehungen zu dem bald auftretenden Ganglion Ciliare. Oben wies ich bereits

darauf hin, dass diese Gruppe, soweit sich dies verfolgen liess, direkte Beziehungen auch zu dem am längsten erhalten bleibenden Orbitalabschnitt der Ganglienleisten, dem sie auch warhscheinlich ihren Ursprung verdankt, bewahrt.

Dieser Umstand wirft auch einiges Licht auf die Bildung der vereinzelten grossen Zellen, da ihre Struktur derjenigen der Zellen dieser Gruppe gleicht. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass sie vereinzelte Elemente der Ganglienleisten, welche sich bei deren Zerfall losgetrennt haben, darstellen. So halte ich es für sehr möglich, dass gerade diese, von den Ganglienleisten abstammenden Elemente den Hauptanteil an der Bildung der Begleitzellen nehmen. Die Zellenmigration aus dem Gehirne kann, wie mir scheint, nur bei der Bildung der Begleitzellen in den dem Gehirn am nächsten liegenden Distrikten und, was noch wahrscheinlicher ist, bei der Bildung der motorischen Neuroblasten des Ganglion ciliare, eine Rolle spielen.

Die Veränderungen in der Struktur des Ramus ophtalmicus bestehen bei diesem Embryo in einer weiteren Verdichtung des Ganglions, weshalb es sehr schwierig ist, sich in diesem Moment in seiner Struktur zurechtzufinden, selbst wenn die Schnitte auch noch so dünn sind; denn, infolge der inneren Umdifferenzierung des Ganglions, ist es weit schwerer die Schnittfläche längs den in Entwickelung begriffenen Fasern zu orientieren. Auf Schnitten aber, welche mehr oder weniger schräg zu denselben geführt sind, erhalten wir sehr unklare Bilder, welche auf die verschiedenste Weise ausgelegt werden können. Viel bestimmter kann man sich über das Wachstum der Plasmafortsätze aus dem Gipfel des Ganglions nach dem Auge hin aussprechen. Das Bild stimmt hier mit dem für den Nervus oculomotorius, für die Fasern des Vagus u. s. w. angegebenen völlig überein. Wir begegnen hier derselben chrakteristischen Lage der Faser im Mesenchym, dessen Zellen sich allmählich um dieselbe gruppieren und eine Art Hülle bilden. Was den Ramus mandibularis anbetrifft, so muss hier einer ganzen Reihe von Eigentümlichkeiten, welche mit der weiteren Entwickelung des motorischen Kernes und mit der Gruppierung der Masse des Ganglions in seinem oberen Teil an den Wurzeln im Zusammenhang steht, erwähnt werden. Es fällt äusserst schwer die Entstehung der Verbindung des Ganglion Nervi trigemeni mit dem Gehirne zu studieren; einerseits ergiebt der in Entwickelung begriffene Vorsprung des Gehirnes biswei-

len, je nach der Richtung der Schnittfläche, höchst widersprechende Resultate; andererseits liefert uns die Membrana limitans, deren allmähliches Schwinden Goronowitsch so ausführlich verfolgt hat, gleichfalls nicht weniger widersprechende, ebenfalls von der Richtung der Schnittfläche abhängende Befunde. Auf stark schräge gefürten Schnitten war sie manchmal ganz verschwunden, während ihre Existenz auf normalen Schnitten keinen Zweifel erregte.

Diesen Umständen muss, wie mir scheint, in bedeutendem Masse die von Goronowitsch erwähnte Migration der Ganglienzellen aus dem Gehirne in die Aeste zugeschrieben werden. Soviel ich beobachten konnte, begegnen wir keinerlei genauen Hinweisen auf eine solche Erscheinung; dafür trifft man aber auf schräg geführten Schnitten bisweilen auf unbestimmte Bilder, wie sie Goronowitsch anführt, die zu einer solchen Schlussfolgerung Anlass geben können.

Der Austritt der Fortsätze motorischer Ganglienzellen aus dem Gehirne und ihre Verbreitung längs dem Ramus mandibularis lässt sich während dieser Entwickelungsperiode ausführlich verfolgen. Diesen Prozess können wir auf Fig. 67 Taf. IV beobachten. Infolge einer gewissen Ablösung des Ganglions vom Gehirn kann man sich an diesem Schnitte von dem Vorhandensein aus dem Gehirne austretender Fortsätze überzeugen, welche die Membran durchbohren. Der Austritt dieser Fortsätze unterscheidet sich in seinem Charakter scharf von den später auftretenden Verbindungsfortsätzen zwischen dem Ganglion des Ramus mandibularis und dem Gehirne.

Wie wir weiter unten sehen werden, gleichen die letzteren in bedeutendem Masse den Fasern der Dorsalwurzeln der Rückenmarksnerven, während die eben beschriebenen Fortsätze mit den an der ganzen Ventralseite des Gehirnes auftretenden motorischen Nerven völlig übereinstimmen. Die Lage des Kernes motorischer Zellen gleicht ebenfalls vollkommen der charakteristischen Anordnung der motorischen Kerne der Ventralwurzeln, da sie sich anfangs beinahe von der Medianlinie der Ventralseite bis zum unteren Teile der Wurzeln des Ramus mandibularis erstrecken.

Im Zentrum der Wurzeln beider Aeste erkennt man eine etwas hervortretende Zellgruppe, welche den oben erwähnten Dorsalzellengruppen ihren Ursprung verdankt; doch tritt sie mit völliger Schärfe nur an einzelnen Schnitten zutage, da bei gewissen ungünstigen Schnittrichtungen ihre Unterscheidungsmerkmale verschwinden.

Ich will nicht näher auf die Entwickelung des N. facialis bei dem in Rede stehenden Embryo eingehen, da hier kein nennenswerter Unterschied von dem vorhergehenden Embryo vorhanden ist. Nur eine weitere Gruppierung der Zellen im Ganglion des N. facialis und eine Differenzierung beider Zweige mag erwähnt werden.

Was den Zusammenhang des Ganglions mit dem Gehirn anbetrifft, so existiert bis jetzt nur eine einfache Berührung, und die Grenze zwischen beiden ist deutlich erkennbar. Charakteristisch ist das eintretende feste Anschmiegen der Nervenzellen an das Gehirn. Soweit es sich beobachten lässt, spielen die Dorsalwandzellen, welche, wie schon erwähnt, eine Schicht sich dem Gehirn fest anschmiegender Zellen absondern, keine unwesentliche Rolle in dieser Beziehung. In ihren Beziehungen zu dem Gehirne gleicht die Acusticofacialisgruppe bedeutend dem Trigeminus, und zwar durch das innige Anschmiegen der Nervenwurzeln an das Gehirn, und unterscheidet sich scharf von den beiden hinteren Paaren der Kopfgangliennerven, zu deren Beschreibung ich nun übergehe.

Bei der Beschreibung des vorigen Embryos habe ich schon die charakteristische Selbständigkeit der Ganglien der beiden hinteren Nervenpaare vom Gehirn erwähnt. Jetzt entsteht zwischen dem abgesonderten Ganglion des Glossopharyngeus und dem Gehirne eine immer zunehmende Zahl von Verbindungen durch Plasmafasern, welche hauptsächlich aus der Ganglienmasse entstehen und schon an früheren Embryonen beschrieben wurden. Doch ausser solchen Plasmafasern lassen sich auch einzelne grosse Zellen mit zu einer Faser stark ausgezogenem Plasma beobachten. Dieselben gleichen ausserorordentlich den oben erwähnten spindelförmigen Zellen des Ganglion Rami ophtalmici. Fig. 68 Taf. IV stellt eine solche Zelle dar. Links zieht eine plasmatische Faser des Ganglions, welche schon mehrere Zellen um sich gruppiert hat, weshalb die ganze Masse des Bündels bedeutend vergrössert erscheint, an derselben vorbei.

Diese Zellen entstehen, soviel festzustellen ist, aus den oberen Teilen des dritten Paares Lateralstränge, deren Zellen sich teilweise bereits der allgemeinen Masse des Ganglions angeschlossen, teilweise aber noch nicht angeschlossen haben, und zu solchen vereinzelten verspäteten Elementen müssen diese alleinstehenden Zellen gerechnet werden. Es erscheint durchaus wahrscheinlich, dass wir

hierin einen Hinweis auf die allgemeine Richtung der Umwandlungen solcher Zellen auch innerhalb der Masse des Ganglions sehen müssen.

Analoge Erscheinungen lassen sich auch in der Region des in Entwickelung begriffenen Vagus konstatieren, mit Ausnahme der genannten Zellen, deren Vorhandensein ich nur in den hinteren Teilen des Vagus feststellen konnte, wo die Zellen der Dorsalwand bereits abgesondert waren.

In der Kommissur des Vagus sind keine bedeutenden Veränderungen zu erwähnen, ausser der Reduktion des Ganglions des sechsten Segments. Interessant ist aber hier die Bildung von Plasmafasern durch die tönnchenartigen gangliösen Anschwellungen der Commissur. Ausser den normal längs der Commissur verlaufenden Fasern, machen sich stellenweise abwärts strebende Faserbündel bemerkbar. Diese Bündel bilden sich nicht an allen Anschwellungen, sind jedoch ziemlich konstant vorhanden. Wie die Rekonstruktion 103 Taf. VI zeigt, weisen die beiden vorderen Anschwellungen die ansehnlichsten Bündel auf. Die Schilderung der charakteristischen Eigenheiten in der Entwickelung der Rückenmarksganglien verschiebe ich bis auf das folgende Embryo und gehe nun zur Beschreibung der Entwickelung der Ventralwurzeln der Rückenmarksnerven und der ihnen im Kopfe entsprechenden Wurzeln des Nervus abducens über.

Der N. abducens erreicht bei diesem Embryo eine bedeutende Entfaltung und zeigt eine in die Augen fallende Tendenz zu einer Gruppierung seiner Wurzeln. Wie aus Textfig. 11, welche diesen Nerv bei dem in Rede stehenden Embryo darstellt, ersichtlich, zeigt derselbe um diese Zeit eine gewisse Differenzierung, welche auf eine Trennung des hinteren Teiles vom vorderen, der den eigentlichen Abducens des erwachsenen Vogels bildet, hinausläuft. Während, wie die Textfig. 10 zeigt, beim vorigen Embryo der gemeinsame Stamm des Nervs über das ganze Gebiet der Wurzeln hin die gleichen Dimensionen zeigte, begegnen wir bei dem vorliegenden einem bedeutenden Vorherrschen des vorderen Teils. Dieser Umstand hängt direkt mit der fortdauernden energischen Entwickelung der vorderen Wurzeln zusammen.

Die Gruppierung der Nervenwurzeln tritt deutlich hervor. Wie die Textfig. 11 zeigt, haben wir hier, wie bei dem vorhergehenden Embryo, drei deutlich ausgeprägte Gruppen vor uns, doch ist es

schwierig diese Gruppen mit den Neuromeren in Zusammenhang zu bringen. Wie wir aus der Rekonstr. 103 Taf. VI ersehen können, ordnen sich die Wurzeln ziemlich unabhängig von den letzteren an.

Erwähnenswert ist das Anwachsen und die Sonderung der hinteren Stämme der dritten Gruppe des Nervs, welche bei dem betreffenden Embryo die Tendenz zeigen sich der vorderen Gruppe der Wurzeln des Nervus hypoglossus anzuschliessen. Diese Gruppe scheint dem am stärksten ausgeprägten Kopfsegment zu entsprechen, dessen Somit (nach Goronowitsch der dritte Kopfsomit) erst verhältnissmässig sehr spät zerfällt. In der Anordnung dieser Gruppe findet sich eine gewisse Bestätigung dieser Voraussetzung.

Dank den sich dem N. hypoglossus anschliessenden Fasern zerfällt die hintere Wurzelgruppe teilweise in zwei. Ob der hinteren dieser Einteilungen eine metamere Bedeutung zukommt, ist schwer zu sagen, doch scheint die Verbreitung der vorderen ventralen Spinalwurzeln längs dem Gehirn, welches sich an den Wurzeln des N. hypoglossus bemerkbar macht, dem eher zu widersprechen. Gegen eine solche Annahme sprechen auch die entsprechenden segmentalen Teile anderer Grundelemente des Nervensystems, welche hier auf das Vorhandensein eines einzigen Segmentes hinweisen.

Wenn wir dieses Bild mit Neal's Befunden bei Haifischen vergleichen, so können wir eine bedeutende Verbreitung der Nervenwurzeln nach vorne im Vergleich zu diesen Tieren feststellen, bei denen die funktionierende Wurzel des Nervus abducens unter dem VII-ten (nach Neal's Rechnung) Neuromer, oder mit anderen Worten, an der Stelle der zweiten Gruppe der Vögel zu liegen kommt.

Was die histologische Struktur des Nervs anbetrifft, so lässt sich nicht viel darüber sagen. Ebenso wie beim vorigen, finden wir auch bei diesem Embryo Wurzeln in den verschiedensten Entwickelungsstadien vor. Während sich die einen erst unlängst gebildet haben und als einzelne Fasern erscheinen, stehen andere zu den Begleitzellen bereits in so enger Beziehung, dass es schwer fällt ihre Struktur zu erkennen. Was den allgemeinen Stamm des Nervs anbetrifft, so zeigt er in seinem vorderen Teile, an der Anlage des M. rectus externus, noch eine primitive Struktur in Form einzelner, das Mesenchym durchsetzender Fasern, wie die Fig. 69 Taf. IV zeigt, wo eine solche Faser mit sich derselben anschliessenden Begleitzellen dargestellt ist. Wie aus dieser Abbildung er-

sichtlich, spricht alles für die Bildung der Begleitzellen aus dem Mesenchym. Ob sich dabei nur Zellen spezifischen Ursprungs differenzieren, lässt sich nicht entscheiden. Doch entsprechenden Veränderungen in den Zellen begegnet man in beträchtlicher Anzahl in dem die Fasern umgebenden Gewebe.

Ich gehe nun zu einem Embro mit 2,5 mm. Frontoparietaldurchmesser über. Die an demselben stattfindenden Veränderungen in Bezug auf die allgemeine Anordnung der Kopfnerven verdienen kein grosses Interesse, weshalb ich auch nicht näher auf dieselben eingehen, sondern mich direkt der Beschreibung der einzelnen Nerven, die in dieser oder jener Beziehung bemerkenswert sind, zuwenden will.

Den Nervus olfactorius und oculomotorius beiseite lassend, da dieselben keine interessanten Veränderungen aufweisen, gehe ich direkt zum Trigeminus über, der in Bezug auf die Ausbildung seiner Beziehungen zum Gehirn eine gewisse Beachtung verdient. Au Fig. 70 Taf. IV ist ein Distrikt der Wurzeln des Ramus mandibularis zur Darstellung gebracht. Die betreffende Abbildung des Schnittes verdient grosse Aufmerksamkeit dank dem scharf ausgebildeten Spongiosedistrikt in der Nervenwurzel. Da die Membrana limitans sich sehr gut erhalten hat, erkennt man deutlich, dass sich diese Spongiose ganz unabhängig vom Gehirne gebildet hat, und auf Grund ihrer charakteristischen Lage lässt sich ihre Beziehung zu der erwähnten Zellgruppe der dorsalen Gehirnwand leicht feststellen. Die Rolle dieses Spongiosedistriktes bleibt vollkommen dunkel und rätselhaft, da die Hauptverbindungen zwischen Gehirn und Nerv augenscheinlich ohne jegliche Teilnahme ihrerseits zustande kommt. Es ist möglich, dass die oben erwähnten Zellen eine rein mechanische Rolle spielen und bei der Gruppierung der Fortsätze der benachbarten Zellen mitwirkten, welche an ihrer Stelle einen Spongiosekнäuel bildeten. Später, wenn die normale Verbindung des Nervs mit dem Gehirn zustande kommt, verschwindet diese Spongiose, und es ist möglich, dass dieser Umstand mit dem Schwinden des mechanischen Hindernisses, welches ihre Bildung hervorrief, zusammenhängt.

Besondere Aufmerksamkeit verdient, ebenso wie früher, der N. abducens mit den sich ihm hinten anschliessenden Wurzeln. Auf Rekonstr. 104 Taf. VI sehen wir ihn auf der einen Seite des

Embryos dargestellt. Wesentliche Veränderungen lassen sich im Vergleich zum vorigen an dieser Seite nicht erkennen. Das Gegenteil lässt sich von der gegenüberliegenden Seite des Embryos, welche auf Textfig. 12 dargestellt ist, sagen. Interessant ist hier die Trennung der Wurzeln des Nervus abducens vom Hypoglossus, welche bei den vorigen Embryonen zueinander in Beziehung standen.

Ausserdem verdient noch ein interessanter Umstand unsere Beachtung, nämlich die Bildung von weit nach vorne gerückten Wurzeln, welche auf dem vierten Neuromer, nach Neal, oder dem zweiten des vierten Ventrikels Stellung nehmen. Dabei erscheint gerade die vordere Wurzel als die mächtigste, welche hauptsächlich als Nervus abducens funktioniert [1]). Was die Gruppierung des Nervs anbetrifft, so sind auf der einen Seite des Embryos die gewöhnlichen drei Gruppen vorhanden, während sich auf der anderen nicht die geringsten Spuren irgend welcher Gruppierung der Wurzeln entdecken lassen.

Um diese Zeit erreicht der Abducens bereits eine mächtige Entwickelung und seine einzelnen Fasern ordnen sich auch im vorderen Teile zu einem mehr oder weniger bedeutenden Stamm an, wie die Fig. 71 Taf. IV zeigt. Doch weisen die gegenseitigen Beziehungen zwischen demselben und dem Mesenchym noch immer darauf hin, dass die Begleitzellen, aller Wahrscheinlichkeit nach, dem Mesenchym, und nicht, wie Carpenter meint, ausschliesslich aus dem Gehirne migrierenden Zellen ihre Entstehung verdanken.

Die Beschreibung dieses Embryos beschliesse ich mit der Schilderung der Entwickelung der Rückenmarksnerven bei demselben. Das grösste Interesse verdient auch hier die Bildung der ventralen motorischen Wurzeln und die Entwickelung der Fasern der dorsalen.

Die ersten bilden sich ganz ebenso wie die Wurzeln des Nervus abducens, N. oculomotorius und anderer. Es lässt sich hier der selbe charakteristische Austritt von Plasmafortsätzen, welche ein

[1]) Es ist sehr interessant diesen Umstand mit der früher erwähnten Uebereinstimmung der Somiten und Wurzeln des Nervus abducens zu vergleichen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass wir in dieser vorderen Gruppe den Rest der dem ersten Somit der Vögel oder, mit anderen Worten, dem dritten Somit der Neunaugen entsprechenden Gruppe vor uns haben.

mehr oder weniger bedeutendes Bündel bilden, beobachten, wie Fig. 97 Taf. V zeigt, die einen Schnitt durch eine der vorderen Wurzeln des Hypoglossus darstellt.

Um diese Bündel herum gruppieren sich die Begleitzellen in grösserer oder geringerer Anzahl. Die Frage, ob sie ausschliesslich aus dem Gehirne entstehen, oder auch aus dem umgebenden Mesenchym, bleibt für mich noch dahingestellt. Es ist durchaus wahrscheinlich dass wir es auch hier nur mit einer Migration der motorischen Neuroblasten, welche später den motorischen Elementen des Sympathicus den Ursprung geben, zu tun haben, dass aber die Hauptmasse der Begleitzellen sich aus dem umgebenden Gewebe anschliesst.

Stellenweise bereits in der Region der Commissur des Nervus vagus, hauptsächlich aber dort, wo sich die Anlagen der Rückenmarksganglien entwickeln, begegnen wir in grösserer oder geringerer Anzahl plasmatischen Fasern, welche von der dorsalen Seite des Gehirns bis zur motorischen Wurzel verlaufen, wie dies auf dem Schnitt Fig. 72 Taf. IV dargestellt ist. In einigen Fällen sehen wir einfach ausserordentlich verlängerte spindelförmige Zellen, deren Fortsätze allein in der betreffenden Richtung verlaufen. In andern haben wir es, wie wir scheint, mit einem Derivat der Gehirnwandzellen zu tun [1]). Es ist durchaus wahrscheinlich, dass letztere auch in der Commissur Fasern gebildet haben. Einen Hinweis auf den ersteren Prozess boten, wie oben schon gesagt, die Veränderungen der Dorsalwandzellen bei ihrer Vermischung mit dem Mesenchym. Ich erwähnte eben das Vorhandensein einzelner Fasern, welche sich von der Dorsalwand bis zum Stamme des Nervs erstrecken, doch muss ich den Vorbehalt tun, dass ich auf keinem einzigen Schnitte dieses Stadiums eine Faser von dieser Ausdehnung entdecken konnte, und auf der beigefügten Abbildung sehen wir die maximale Länge, die sich auf einem Schnitte verfolgen liess. Bei Vergleichung mehrerer benachbarter Schnitte, gelang es mir manchmal eine ganze Faser zu rekonstruieren; da diese Arbeit jedoch eine höchst schwierige ist, so kann ich auf diesen Angaben nicht besonders bestehen, und es ist möglich, dass die Faser auch in gegebenem Fall mit

---

[1]) Möglicherweise haben wir es hier mit dem ersten Auftreten der dorsalen motorischen Wurzeln zu tun, die ich später besprechen werde.

dem Kerne in Verbindung stand und nur eine stärker in die Länge ausgezogene Zelle mit entweder unten oder oben, ausserhalb des Gehirnes, liegendem Kern, darstellte.

Den Ort der Ganglienbildung bezeichnen fürs erste nur Gruppen spindelförmiger Zellen, Faserbündel und das um dieselben herum verdichtete Mesenchym. Vielbeicht bildet letzteres die Begleitzellen.

Was die Commissur des Vagus anbetrifft, so ist dieselbe bei diesem Embryo in fünf Segmenten ausgeprägt, und im sechsten begegnen wir, zum Unterschiede vom vorhergehenden Embryo, einem volkommen ausgebildeten, den übrigen gleichen Rückenmarksganglion. Dieser Umstand erlaubt es, wie wir gleich sehen werden, uns einige Klarheit über die Struktur der Occipitalregion bei den nächstfolgenden Embryonen, zu deren Beschreibung ich nun übergehe, zu verschaffen.

Eine nähere Betrachtung verdient das Embryo mit 2,8 mm. Frontoparietaldurchmesser. Abgesehen von einer ganzen Reihe von Vorgängen, die mit der Entwickelung der Kopfnerven im Zusammenhang stehen, ist bei demselben die Bildung von Muskelfasern in den Myotomen bemerkenswert, worauf ich jedoch später zurückkommen werde; jetzt beginne ich die Beschreibung mit den Kopfnerven.

Um diese Zeit scheint eine Verbindung zwischen dem Gehirn und dem Olfactorius in Erscheinung zu treten. Die Plasmafasern nämlich, die im Vergleich zu dem vorhergehenden Stadium vor der Papille eine bedeutende Ausbildung erlangt haben, erreichen bereits beinahe das Gehirn an der Medianlinie, wo sie allmählich verschwinden, indem sie allem Anscheine nach in die Gehirnwandung, der sie sich fest anschmiegen, eindringen. Wenigstens lässt sich dies mit völliger Sicherheit in Bezug auf einzelne Fasern feststellen. An ihrer Eintrittsstelle ist in den Gehirnwänden nicht die geringste Spur einer Veränderung der Zellenstruktur zu erkennen. Wir begegnen weder der Bildung von Ganglienzellen, noch von Spongiose in höherem Grade als in den benachbarten Distrikten, noch einer Verdickung der Wände. In dieser Hinsicht ist das uns hier entgegentretende Bild einzig in seiner Art und unterscheidet sich scharf von dem, was sich bei der Entwickelung aller andern Nervenwurzeln beobachten lässt.

Wesentliche Veränderungen treten zu dieser Zeit auch in dem

Fig. 9. (Bezeichnung der Wurzeln des N. abducens nach der allgemeinen Rechnungsweise).

Fig. 10.

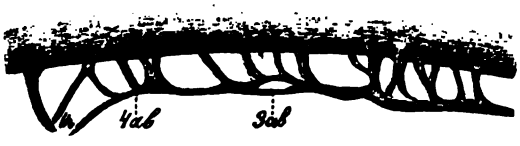


Fig. 11. (Bezeichnung der Wurzeln des N. abducens nach der allgemeinen Rechnungsweise).

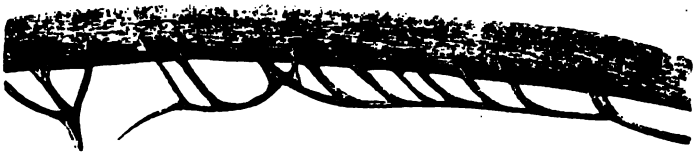


Fig. 12.

Fig. 13. (Spezielle Bezeichnung der Wurzeln des N. abducens. Hier ist 3ab = 4ab der allgemeinen).

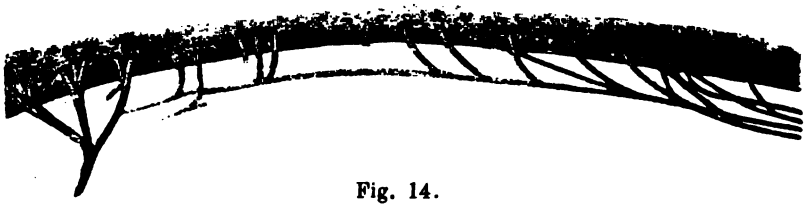


Fig. 14.

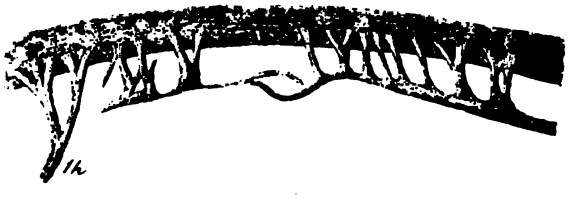


Fig. 15.

Fig. 16.

Oculomotorius in Erscheinung, der bei diesem Embryo als bedeutender Stamm auftritt, an dem sich schon das Ganglion ciliare differenziert. Wie aus der Rekonstruktion 105 Taf. VI ersichtlich, differenziert sich das Ganglion gerade an der Stelle der früher beschriebenen Anhäufung von Mesenchymzellen, welche angenscheinlich den Ganglienleisten ihren Ursprung verdanken. In diesem Stadium erscheint das Ganglion ciliare als eine Masse von Begleitzellen, welche eine Anschwellung am Nerv bilden. Im Vergleich zum vorigen Embryo lässt sich kein wesentlicher Unterschied in seiner histologischen Struktur erkennen. Doch dank dem gewissermassen stattfindenden Ergreifen der Begleitzellen durch die Nervenfasern kommt es zu einer ziemlich scharfen Sonderung zwischen der Ganglienzellenmasse und der umgebenden Mesenchymzellenanhäufung, welche allmählich von den in Entwickelung begriffenen Muskeln verbraucht wird.

Was die Struktur des Stammes des Nervs selbst anbetrifft, so ist dieselbe schon für die mittlere Entwickelungsperiode des Oculomotorius bis zur Bildung des Gewebes eines vollkommen ausgebildeten Nervs eine durchaus typische. Wie Fig. 73 Taf. IV zeigt, ist ein Netz mehr oder weniger bedeutender, aus dem Gehirne austretender Faserbündel für den Nerv äusserst charakteristisch. Diese Bündeln entlang, ebenso wie auch zwischen denselben, fassen in grosser Anzahl Begleitzellen Stellung. Vom Ursprung der letzteren war schon oben die Rede, und ich werde nicht nochmals auf diese Frage zurückkommen.

In der Gehirnwand lässt sich an der Nervenwurzel ein interessantes Bild beobachten. Ausser der Gruppierung des Nervenkerns als kompakte Masse grosser Zellen, verdient noch die Anordnung der von diesem Kerne entspringenden Fasern unsere Aufmerksamkeit. Sie zeigt, wie aus Fig. 73 Taf. IV ersichtlich, einen bestimmten fächerartigen Charakter. Die Fasern, welche von den Zellen des Kernes ausgehen, streben hier zu einem Punkte, und zwar zum Ausgangspunkt eines mehr oder weniger bedeutenden von ihnen gebildeten Bündels. Diese Erscheinung verleiht, abgesehen von dem Grössenunterschied der Zellen des Kernes, der Struktur des letzteren ein so eigenartiges und charakteristisches Gepräge, dass sich derselbe bereits während dieser frühen Stadien ausserordentlich scharf vom umliegenden Gewebe abhebt. Das benachbarte Nerven-

gewebe wird von demselben durch einen Streifen lockeren Gewebes mit geringer Zellenanzahl gewissermassen getrennt.

Als letzte Spur der ursprünglichen Lage des Nervs hat dieses Embryo den hinteren Lateralast bewahrt, welcher zum M. rectus externus hinzieht, wenn gleich er jetzt schon stark reduziert ist.

In der Struktur des Trigeminus lassen sich keine wesentlichen Veränderungen beobachten, weshalb ich jetzt zur Beschreibung des N. abducens übergehe.

In der Struktur des letzteren ist viel interessantes zu erkennen, sowohl in der Anordnung der Wurzeln, als auch in deren histologischer Struktur.

Bei dem vorliegenden Embryo begegnen wir einer primitiveren Struktur des Nervs als beim vorigen, wenigstens im vorderen Teil desselben. Weder an der einen, noch an der anderen Seite weist derselbe einen gemeinsamen Stamm auf, wie die Rekonstr. 105 Taf. VI und Textfig. 13 und 14 zeigen, welche den N. abducens beider Seiten dieses Embryos bei stärkerer Vergrösserung darstellen. Während sich an der einen Seite im mittleren Abschnitt gewisse Spuren eines gemeisamen Stammes erkennen lassen, begegnen wir an der anderen nur einigen selbständigen Wurzelgruppen, deren Anordnung ein bedeutendes Interesse bietet.

Wir stossen hier auf die nämlichen drei Wurzelgruppen, deren segmentale Bedeutung hier etwas bestimmter hervortritt als in allen andern von mir beobachteten Fällen.

Die dritte Gruppe erfährt hier eine sehr bestimmte Einteilung in zwei Abschnitte. Der eine, hintere, wird durch die sich dem Hypoglossus anschliessende Wurzel repraesentiert; die typischen Charaktere des Hypoglossuswurzeln sind an demselben so scharf ausgeprägt, dass ihre volle Homologie mit den Wurzeln dieses Nervs ausser Zweifel steht. Der zweite, vordere, Abschnitt ist bedeutend reduziert und zeigt bereits den Charakter der Abducenswurzeln. Diese Merkmale unterscheiden die beiden Abschnitte ausserordentlich scharf von einander; doch kommt ihre enge topographische Beziehung in ihrer dicht genäherten Lage so scharf zum Ausdruck, dass ich sie nicht voneinander zu trennen wage und sie durchaus einer metameren Gruppe zurechne, besonders da dieser Doppelcharakter auch in den beiden vorderen Gruppen durchscheint.

Für die Anordnung der beiden vorderen Gruppen ist bereits ein

bestimmt ausgeprägtes, zunehmendes Vorherschen der Charaktere der Wurzeln des Abducens vor denen des N. hypoglossus bezeichnend. Dieses Vorherschen kommt jedoch keineswegs in der Ausbildung einer bestimmten typischen Richtung der Nervenwurzeln zum Ausdruck, wie es bei einem primären Zusammenhang des Nervenkernes mit dem Muskel zu erwarten wäre, sondern die Nervenfasern haben vielmehr eine zufällige Richtung, welche nur in der mechanischen Wirkung der Struktur des umgebenden Gewebes, die ihnen den Durchtritt nur in der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in dieser Region in einer dem Gehirne parallelen, gestattet, ihre Erklärung findet. Dabei wählen die Fasern jedoch die Richtung entweder nach vorwärts oder nach rückwärts. Wodurch die letztere verursacht wird, ist schwer zu sagen; wahrscheinlich wohl durch ihren ursprünglichen Zusammenhang mit dem Hypoglossus, der in ihnen, kraft der Vererbung, die Tendenz hervorruft, die Fasern in den gemeinsamen Stamm dieses Nervs zu konzentrieren.

An der entgegengesetzten Seite ist eine andere Anordnung zu erkennen. Die mittlere und hintere Wurzel sind sehr schwach ausgebildet und bieten keinen Anhaltspunkt zur Einteilung in Metamere; dafür zeigt die vordere Gruppe eine hohe Ausbildung und weist eine originelle Struktur auf, die in einer grossen Anzahl selbständiger Wurzeln zum Ausdruck kommt, welche einzelne, zu einander parallele Stämme bilden.

Ausser den erwähnten Abbildungen, finden wir das Gesamtbild der hinteren Wurzeln noch auf Fig. 74 Taf. IV wiedergegeben, welche den durch dieselben geführten Teil eines Sagittalschnitts darstellt.

Ich gehe nun zu den vorderen Wurzeln über. Wie schon aus Textfig. 14 ersichtlich, haben dieselben ihre unabhängige Lage bewahrt und sich nur paarweise gruppiert, wobei einer von den paarigen Stämmen, vorzugsweise der vordere, eine Wurzel mehr bei seinem Austritt aus dem Gehirn zeigt. An den beiden ersten Gruppen ist diese Struktur deutlich zu erkennen, während die übrigen, infolge ihrer Reduktion, der ersten weit nachstehen. Ich weiss nicht, ob diese Struktur eine zufällige ist oder ob sie auf irgend eine charakteristische Eigentümlichkeit hinweist; meiner Ansicht nach ist es eher eine rein zufällige, individuelle Erscheinung. Die

gewebe wird von demselben durch einen Streifen lockeren Gewebes mit geringer Zellenanzahl gewissermassen getrennt.

Als letzte Spur der ursprünglichen Lage des Nervs hat dieses Embryo den hinteren Lateralast bewahrt, welcher zum M. rectus externus hinzieht, wenn gleich er jetzt schon stark reduziert ist.

In der Struktur des Trigeminus lassen sich keine wesentlichen Veränderungen beobachten, weshalb ich jetzt zur Beschreibung des N. abducens übergehe.

In der Struktur des letzteren ist viel interessantes zu erkennen, sowohl in der Anordnung der Wurzeln, als auch in deren histologischer Struktur.

Bei dem vorliegenden Embryo begegnen wir einer primitiveren Struktur des Nervs als beim vorigen, wenigstens im vorderen Teil desselben. Weder an der einen, noch an der anderen Seite weist derselbe einen gemeinsamen Stamm auf, wie die Rekonstr. 105 Taf. VI und Textfig. 13 und 14 zeigen, welche den N. abducens beider Seiten dieses Embryos bei stärkerer Vergrösserung darstellen. Während sich an der einen Seite im mittleren Abschnitt gewisse Spuren eines gemeisamen Stammes erkennen lassen, begegnen wir an der anderen nur einigen selbständigen Wurzelgruppen, deren Anordnung ein bedeutendes Interesse bietet.

Wir stossen hier auf die nämlichen drei Wurzelgruppen, deren segmentale Bedeutung hier etwas bestimmter hervortritt als in allen andern von mir beobachteten Fällen.

Die dritte Gruppe erfährt hier eine sehr bestimmte Einteilung in zwei Abschnitte. Der eine, hintere, wird durch die sich dem Hypoglossus anschliessende Wurzel repraesentiert; die typischen Charaktere des Hypoglossuswurzeln sind an demselben so scharf ausgeprägt, dass ihre volle Homologie mit den Wurzeln dieses Nervs ausser Zweifel steht. Der zweite, vordere, Abschnitt ist bedeutend reduziert und zeigt bereits den Charakter der Abducenswurzeln. Diese Merkmale unterscheiden die beiden Abschnitte ausserordentlich scharf von einander; doch kommt ihre enge topographische Beziehung in ihrer dicht genäherten Lage so scharf zum Ausdruck, dass ich sie nicht voneinander zu trennen wage und sie durchaus einer metameren Gruppe zurechne, besonders da dieser Doppelcharakter auch in den beiden vorderen Gruppen durchscheint.

Für die Anordnung der beiden vorderen Gruppen ist bereits ein

bestimmt ausgeprägtes, zunehmendes Vorherschen der Charaktere der Wurzeln des Abducens vor denen des N. hypoglossus bezeichnend. Dieses Vorherschen kommt jedoch keineswegs in der Ausbildung einer bestimmten typischen Richtung der Nervenwurzeln zum Ausdruck, wie es bei einem primären Zusammenhang des Nervenkernes mit dem Muskel zu erwarten wäre, sondern die Nervenfasern haben vielmehr eine zufällige Richtung, welche nur in der mechanischen Wirkung der Struktur des umgebenden Gewebes, die ihnen den Durchtritt nur in der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in dieser Region in einer dem Gehirne parallelen, gestattet, ihre Erklärung findet. Dabei wählen die Fasern jedoch die Richtung entweder nach vorwärts oder nach rückwärts. Wodurch die letztere verursacht wird, ist schwer zu sagen; wahrscheinlich wohl durch ihren ursprünglichen Zusammenhang mit dem Hypoglossus, der in ihnen, kraft der Vererbung, die Tendenz hervorruft, die Fasern in den gemeinsamen Stamm dieses Nervs zu konzentrieren.

An der entgegengesetzten Seite ist eine andere Anordnung zu erkennen. Die mittlere und hintere Wurzel sind sehr schwach ausgebildet und bieten keinen Anhaltspunkt zur Einteilung in Metamere; dafür zeigt die vordere Gruppe eine hohe Ausbildung und weist eine originelle Struktur auf, die in einer grossen Anzahl selbständiger Wurzeln zum Ausdruck kommt, welche einzelne, zu einander parallele Stämme bilden.

Ausser den erwähnten Abbildungen, finden wir das Gesamtbild der hinteren Wurzeln noch auf Fig. 74 Taf. IV wiedergegeben, welche den durch dieselben geführten Teil eines Sagittalschnitts darstellt.

Ich gehe nun zu den vorderen Wurzeln über. Wie schon aus Textfig. 14 ersichtlich, haben dieselben ihre unabhängige Lage bewahrt und sich nur paarweise gruppiert, wobei einer von den paarigen Stämmen, vorzugsweise der vordere, eine Wurzel mehr bei seinem Austritt aus dem Gehirn zeigt. An den beiden ersten Gruppen ist diese Struktur deutlich zu erkennen, während die übrigen, infolge ihrer Reduktion, der ersten weit nachstehen. Ich weiss nicht, ob diese Struktur eine zufällige ist oder ob sie auf irgend eine charakteristische Eigentümlichkeit hinweist; meiner Ansicht nach ist es eher eine rein zufällige, individuelle Erscheinung. Die

Struktur dieser Stämme ist eine höchst primitive, wie die Fig. 75 Taf. IV zeigt. Sie treten hauptsächlich als Plasmafortsätze der Ganglienzellen des Gehirns auf und weisen eine unbedeutende Menge von Begleitzellen auf. Die Beziehungen der Fasern zu den Ganglienzellen scheint manchmal einen sekundären Charakter zu haben, so viel man nach dem, was sich an Schnitten beobachten lässt, urteilen kann, z. B. nach dem auf Fig. 75 Taf. IV dargestellten, wo die Fasern sich spalten und mit dem äusseren spongiösen Netz des Gehirnes in Beziehung zu treten scheinen. Ganglienzellen sind jedoch am Austrittspunkt dieser Fasern stets vorhanden, und in manchen Fällen kann ihre Verbindung mit den Nervenfasern mit Bestimmtheit festgestellt werden. Es ist möglich, dass infolgedessen der Eindruck eines Zusammenhanges zwischen den Fasern und der Spongiose mit einer optischen Täuschung zusammenhängt, da die Untersuchung nur an Schnitten möglich ist.

Was die Entwickelung der hinteren Wurzeln anbetrifft, so nähert sich der Charakter ihrer Struktur viel eher den Ventralwurzeln der Rückenmarksnerven, da sie eine Menge von Begleitzellen aufweisen, wie aus der Fig. 74 Taf. IV ersichtlich.

Es bleiben mir noch einige Worte über die Beziehung der Nervenwurzeln auf dieser Seite zu den Neuromeren zu sagen. Wie die beigelegte Rekonstruktion zeigt, entsprechen die vorderen Gruppen keineswegs den Neuromeren, und in dieser Hinsicht sind sie ebenso indifferent angeordnet wie bei den früheren Embryonen. Es muss erwähnt werden, dass die Nervenwurzeln auf der einen Seite über die Region ihrer gewöhnlichen Verbreitung nach vorne übergreifen.

Bevor ich zur Lage der Myotome bei diesem Embryo übergehe, muss ich noch ein Paar Worte über den Vagus sagen. Die charakteristischen Beziehungen seines Ganglions zum Gehirne bleiben in diesem Stadium in vollem Masse bestehen, und nur die Zahl der Verbindungen vermehrt sich. Dieser letzte Umstand verdient, infolge einiger charakteristischer Züge in der Entwickelung diesen Verbindungen, unsere Beachtung.

Auf Fig. 76 Taf. IV sehen wir eine solche Nervenwurzel dargestellt. Charakteristisch ist hier die Dickenabnahme der Wurzeln in der Richtung zum Gehirn und das Fehlen von Ganglienzellen am Austrittspunkt der Wurzel. Das eine, wie das andere bringt die Wurzeln des Nervus vagus denen des Olfactorius näher. Aber die

mächtige Entwickelung der Spongiose und eine gewisse Umdifferenzierung des Gehirngewebes, die um diese Zeit beginnen, unterscheidet sie scharf von einander.

Zum Schlusse gehe ich jetzt zu den Myotomen der Occipitalregion dieses Embryos über. Höchst interessant ist hier das Vorhandensein von sechs Myotomen zwischen dem Vagus und dem ersten Rückenmarksganglion. Dementsprechend befinden sich in demselben Zwischenraum nur fünf tönnchenartige Verdickungen der Commissura Nervi vagi, die, wie schon erwähnt, den Myotomen durchaus entsprechend angeordnet waren. Diese fünf Anschwellungen zeigen eine völlig übereinstimmende Anordnung mit den fünf hinteren Myotomen, ebenso wie bei den vorhergehenden Embryonen, und nur das erste rudimentäre, jedoch völlig deutlich ausgeprägte Myotom besitzt keinen ihm entsprechenden Commissurknoten und scheint nach aussen gerückt zu sein. Hauptsächlich muss also folgender Punkt entschieden werden: haben wir es im gegebenen Falle mit der Reduktion des vorderen Myotoms der vorhergehenden Embryone und der damit im Zusammenhang stehenden Reduktion des ersten, ihm entsprechenden Commissurknotens zu tun, oder stellt dieses Myotom nur ein Derivat des früher zerfallenen zweiten metaotischen Somiten vor, dessen Zellen sich jetzt zu einer Myotomanlage geordnet haben, und es findet gar keine Reduktion des vorderen Myotoms der früheren Embryone statt.

Die Zusammenstellung aller Daten spricht eher für die zweite Annahme. Erstens lassen sich nicht die geringsten Spuren eines beginnenden Zerfalls des vorderen Myotoms zwischen diesen Stadien, ebensowenig wie solche eines starken Aufrückens des Myotoms auf den Vagus, den dieser Zerfall nach sich ziehen müsste, entdecken. Weiter bleiben die gegenseitigen Beziehungen der Myotome und Ventralwurzeln ganz dieselben, während sich dieselben mit der Reduktion des ersten Myotoms allein verändern müssten; und endlich sind noch keinerlei Spuren einer Reduktion der vorderen Commissurknoten des Vagus vorhanden, und ihre ehemaligen Lagebeziehungen zu den motorischen Wurzeln bleiben vollständig erhalten. Für die Möglichkeit einer Reduktion spricht einzig und allein die in manchen Fällen beobachtete Existenz von sechs Segmenten längs der Commissur in frühen Stadien, doch besass das vor diesem Embryo beschriebene Hühnchen fünf Segmente längs der Commissur, ohne

dass sich die geringsten Spuren einer Reduktion entdecken liessen, was uns zu der Annahmen der Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Vorkommens von sechs Commissurknoten infolge der Reduktion des ersten Rückenmarksganglions berechtigt. Diese letztere kann möglicherweise zu der später in Erscheinung tretenden Reduktion der drei ersten Rückenmarksganglien bei der Entwickelung des Skeletts in Beziehung stehen. Ich spreche mich deshalb entschieden zu Gunsten eines Zusammenhanges der vorderen Myotomanlage mit dem zweiten metaotischen Somiten, dessen getrennte Zellen das Material für den Aufbau derselben liefern, aus. Die Beziehungen des Myotoms zu den benachbarten Organen berechtigen uns dasselbe als ein der dritten Gruppe der hinteren Abducenswurzeln entsprechendes Myotom anzusehen; der Doppelcharakter dieser Gruppe wird auf diese Weise wahrscheinlich durch den verhältnissmässig neuen Anschluss dieses Metamers an die Grundsegmente des Kopfes bedingt.

Bei Beginn der folgenden Periode, welcher die Embryonen mit FP. von 3 und 3,3 mm. angehören, zu deren Beschreibung ich nun übergehe, lässt sich bereits eine Reduktion der mittleren Wurzeln der Abducens, welche allmählich eine volle Trennung dieses Nervs von dem Hypoglossus zur Folge hat, beobachten. Wie aus der Rekonstruktion Fig. 106 Taf. VI eines Embryos mit FP. 3,3 mm. und auf den Textfig. 15, 16, 17 und 18, welche den Abducens beider Seiten bei diesen Embryonen zur Darstellung bringen, ersichtlich ist, besteht dieser Prozess im Zerfall des Stammes und aller mittleren Wurzeln. Auf die hinteren Wurzeln erstreckt sich dieser Prozess noch nicht, und die von der hinteren Gruppe der Wurzeln formierte vordere Einteilung der ersten Wurzel des Hypoglossus erscheint völlig entwickelt und im Vergleich zu den vorigen Embryonen sogar etwas vergrössert. Selbstverständlich kann bei dem Zerfall, welcher eine mehr oder weniger ausgleichende Wirkung ausübt, von irgend einer Gruppierung der Wurzeln des Abducens in irgend regelmässige Gruppen von segmentaler Bedeutung gar nicht die Rede sein. Die in diesem Moment vorhandenen Wurzelgruppen können nur als mehr oder weniger zufällige Reste der früheren Anordnung gedeutet werden, und ich halte es für unmöglich, denselben irgend welche funktionelle Bedeutung zuzuschreiben.

Bevor ich zur Beschreibung der übrigen Kopfnerven übergehe, deren Struktur viel Interessantes bietet, muss ich mich noch etwas

bei der primären Anordnung der Ganglienzellen im Kopfe des Vogelembryos aufhalten. Ohne näher auf die äussere Anordnung der Ganglienzellen in den Kopfganglien einzugehen, will ich meine Aufmerksamkeit ausschliesslich der intracerebralen Verteilung derselben in Form mehr oder weniger bedeutender, vom umliegenden Gewebe scharf abgegrenzter Anhäufungen zuwenden, die als primäre Kerne bezeichnet werden könnten, obgleich einigen von ihnen, wie wir weiter unten sehen werden, beim Erwachsenen keine solche Bedeutung zukommt. Doch ist die Struktur dieser Kerne während dieser Entwickelungsperiode dank ihren charakteristischen, mit den wirklichen funktionirenden Kernen übereinstimmenden Merkmalen eine so auffallende, dass ihre Homologie mit den letzteren ausser allem Zweifel steht. Ein besonderes Interesse gebührt der Lage dieser Kerne im Vorderabschnitt des Kopfes.

Der erste liegt unmittelbar hinter dem Austrittspunkt der Stiele des Sehnervs (dieser Kern ist auf Fig. 77 Taf. V dargestellt) und erscheint als länglicher Kern, der in dem verdickten Teil der Gehirnwand, hinter den Sehnerven, an der Medianlinie des Gehirnes Stellung nimmt und einen ziemlich bedeutenden Raum einnimmt. Dieser Kern spielt eine gewisse Rolle bei der Entwickelung des Sehnervs indem er längs demselben Fasern entsendet.

Ungefähr um diese Zeit macht sich an den Seiten dieses Kernes bereits eine bedeutende Vergrösserung der Spongiose bemerkbar, ebenso wie auch in der ganzen äusseren Wandung derselben. Später verbreitet sich diese Spongiose längs den Stielen an deren Aussenseite. Wie bekannt, zeigt das Auge in diesem Momente eine unvollständige Becherform und der Sehnerv scheint von unten gewissermassen die Bildung einer Lücke an derselben zu veranlassen. Durch eben diese Lücke findet die allmähliche Vereinigung der durch die Retina gebildeten Spongiose mit dem Augenbecher statt. Eine ganze Serie von Präparaten beweist, dass der Prozess in eben dieser Aufeinanderfolge verläuft und dass die Spongiose sich ganz allmählich verbreitet. Zugleich treten in den Stielwänden wichtige Veränderungen ein. Bei der Zunahme der Spongiose geht die regelmässige Anordnung der Zellen, welche sich in derselben gewissermassen auflösen, verloren. Es ist schwer zu sagen, ob diese Zellen an der Bildung der Spongiose teilnehmen, oder nur mechanisch beigemengt sind und später zur Bildung der Scheiden

dienen; doch spricht der Entwickelungsgang eher zu Gunsten der letzteren Annahme. Welche Funktion kommt nun aber dabei dem erwähnten Kern zu. Nach der allmählichen Entwickelung der Spongiose zu urteilen, steht er in bedeutendem Masse mit deren Bildung im Zusammenhange. (Ausserdem spricht dafür, wie wir weiter unten sehen werden, noch der Umstand, dass die Spongiose auch in andern Gehirnteilen in beständigem Zusammenhange mit den in Entwickelung begriffenen Kernen der Ganglienzellen sich entwickelt.) Gehen wir nun zur weiteren Entwickelung dieses Kernes über. Bald nach der Entwickelung der Spongiose machen sich in demselben bedeutende Umwandlungen bemerkbar. In erster Linie treten scharf hervortretende Fasern auf, welche, wie wir später sehen werden, ausserordentlich an die bestimmten und deutlichen intracerebralen Fasern des N. trochlearis erinnen. Diesse Fasern erscheinen als scharf ausgeprägtes Bündel, das den Kern in zwei Teile trennt. In dieser Beziehung hat diese Erscheinung grosse Aehnlichkeit mit einem ebensolchen am Chiasma des Trochlearis, wie wir demselben zu Beginn der Entwickelung dieses Nervs begegnen. Im Laufe der weiteren Entwickelung beginnt dieses Bündel allmählich nach beiden Seiten hin längs den Gehirnwänden, zum Auge und den Lobi optici anzuwachsen. Zugleich beginnt auch der beschleunigte Zerfall des Kernes. Es muss erwähnt werden, dass um diese Zeit die Differenzierung der Fasern bereits augenscheinlich hauptsächlich von der Retina aus stattfindet, deren Fasern die ursprünglichen von den Zellen dieses Kerns entsandten vollständig ersetzen. Im Zusammenhang mit dem Auswachsen der Fasern steht auch der zunehmende Zerfall des Kernes, welcher allmählich in der umgebenden Masse aufgeht und an dessen Stelle das ausgebildete Sehchiasma tritt. Es ist mir nicht gelungen das histologische Schicksal der Kernzellen genau festzustellen, und möglicherweise beschränkt sich ihre Rolle nicht nur auf die Bildung des Chiasmas. Fassen wir nun alles oben Gesagte zusammen. Die Zellen des Kernes nehmen zum Teil selbst an der Bildung des Chiasmas Anteil, hauptsächlich werden sie jedoch durch die Retinafasern ersetzt. Wahrscheinlich differenzieren sich die letzteren aus einzelnen Fasern der Spongiose, welche den Retinazellen angehören, heraus, wobei diese Differenzierung allmählich vom Zentrum—der Retina, zur Peripherie—dem ventralen Kern, dem Trochlearis entsprechend, nur mit dem umgekehrten

Verhältniss der Elemente, fortschreitet. In der Tat, wenn wir die Spongiose und ihren Bildungsprozess betrachten, müssen wir zu dem Schluss kommen, dass ihre Bildung in bedeutendem Grade mit mechanischen Ursachen in Zusammenhang steht. Vieles spricht zu Gunsten dieser Anschauung, unter Anderem auch das Auftreten der Spongiose an den Stellen, wo sich Plasmafortsätze der Zellen entwickeln und ein Hinderniss existiert, sei es nun die Membrana limitans, oder irgend ein Gewebe, welches ihre freie Entwickelung hemmt. Infolgedessen verwickeln sich die Fasern an diesen Stellen und bilden einen Knäuel, der auf Schnitten das Aussehen eines netzartigen oder schwammartigen Gewebes zeigt. Das charakteristische unregelmässige, eckige, perlenschnurartige Aussehen der Spongiosefasern wird scheinbar ebenfalls teils durch mechanische Ursachen, teils durch die allgemeine ursprüngliche Struktur der Fasern, welche stets mehr oder weniger unregelmässige Anschwellungen zeigen, bedingt. Als Beweis zu Gunsten dieser Meinung will ich nur auf die Bildung der Spongiose ausserhalb des Gehirnes, im Zentrum des Trigeminus, wo die Fortsätze vom umgebenden Gewebe und der Membrana limitans eingeengt sind, ebenso wie auf die ausserhalb des Gehirnes sich entwickelnde Spongiose an den Wurzeln des Vagus und Glossopharyngeus hinweisen, wo sie gleich nach Durchtritt durch die Membrana limitans verschwindet. Auch die sich am Trigeminus und Acusticofacialis und anderen gangliösen Nerven entwickelnde und gleich nach Zerfall der Membran verschwindende intracerebrale Spongiose spricht dafür. Das auffälligste Beispiel bildet aber der Trochlearis, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe. So komme ich dem, die Schilderung der Genesis des Chiasmakerns beschliessend, zu dem Schlusse, dass der letztere wahrscheinlich zusammen mit der Retina einen Teil der Spongiose der Stiele, aus welcher sich später die Nervenfasern herausdifferenzieren, bildet. Es ist schwer zu sagen, ob die Hauptmasse der Sehnerven gerade auf diese Weise gebildet wird, oder ob die Fasern später hauptsächlich von der Retina aus hervorwachsen und die ursprüngliche Spongiose nur als leitendes Gewebe benutzen. Mir scheint es, dass nur ein verhältnissmässig geringer Teil der Nervenfasern sich auf die erste Weise bildet. Zu Gunsten dieser Ansicht spricht auch der Umstand, dass bei anderen Wirbeltieren, z. B. bei den Amphibien die Entwickelung der Spongiose selbst von der Retina zum Gehirne zu verläuft.

Der folgende Kern an der Ventralseite ist der des Oculomotorius, auf den ich jedoch nicht näher eingehen werde, sondern mich dem Kerne, oder richtiger den Kernen des Trochlearis zuwende. Ich begnüge mich mit einem kurzen Hinweis auf ihre Lage. Die Kerne des Oculomotorius liegen am Gipfel der Hirnbeuge, wobei die Kerne beider gegenüberliegenden Seiten einander bedeutend genähert sind. Nach vorne erstrecken sich diese Kerne ziemlich weit und nehmen einen recht bedeutenden Teil des Gehirnes vor der Beuge ein.

Schon bei den vorhergehenden Embryonen trat zwischen den Kernen des Oculomotorius und dem motorischen Kern des Trigeminus ein, wie die beiden benachbarten, paariger Zwischenkern hervor. Längs der Aussenseite des Gehirnes liess sich bereits beim vorigen Embryo neben diesem Kerne eine bedeutendere Entwickelung der Spongiose zur Dorsalseite und zwar zu der Einschnürung hin, welche das Mittelhirn vom vierten Ventrikel trennt, beobachten. Die Spongiose vermehrt sich energisch in dieser Richtung und erscheint bald in das Grundgewebe, welches um dieselbe herum gewissermassen eine Röhre bildet, eingebettet; zugleich macht sich auch ihre Umdifferenzierung vom Kerne aus nach aufwärts in regelmässige, deutliche Fasern bemerkbar. Zu dieser Zeit entwickelt sich hier an der Dorsalseite des Gehirnes, auf der Medianlinie ein unpaarer unbedeutender Kern, welcher seinerseits gleichfalls eine gewisse Menge von Spongiose an der Dorsalseite bildet. Sehr bald findet in den einzelnen Fasern dieser Spongiose eine Umwandlung in regelmässige Fasern statt, welche den anfangs einheitlichen Kern durchsetzen, in Uebereinstimmung mit dem, was wir im Kerne des Sehchiasmas beobachteten; die Kernzellen, die sich anfangs durch ihre Grösse scharf auszeichneten, verschwinden dann allmählich. Doch wird das Schicksal dieser Fasern bedeutend dadurch verdunkelt, dass die Fasern der unteren Kerne, welche die des oberen Kernes quantitativ weit übertreffen und an seiner Stelle eine einfache Kreuzung bilden, welche die primitiven Fasern des unpaaren Kerns völlig verschwinden lässt, bald heranwachsen. Im Allgemeinen sehen wir hier also dasselbe Bild, wie wir es im Opticus sahen, nur mit den umgekehrten Beziehungen der Elemente.

Hinter dem Trochlearis sind die Kerne auf folgende Weise ausschliesslich an der Ventralseite des Gehirnes angeordnet: das erste Paar liegt an der Basis des Trigeminus, die folgende den Wurzeln

des Abducens entlang, doch zeigen dieselben keinen deutlich segmentalen Charakter, und sind überhaupt weniger ausgeprägt als der motorische Kern des Trigeminus. Hinter ihnen begegnen wir der für das Rückenmark typischen verborgensegmentalen Anordnung der Kerne. So haben wir es denn mit einer ununterbrochenen, am Oculomotorius beginnenden, Kette paariger Kerne, welche in der Regel an der ventralen Seite des Gehirns liegen, und zwei unpaaren Kernen zu tun, von denen der eine, sehr grosse, an der ventralen Seite des Gehirnes, in der Region des Sehchiasmas, der andere, kleine, an der dorsalen Seite, in der Gegend des Chiasmas des Trochlearis Stellung fast. Beachtenswert ist, dass das vordere Paar der paarigen ventralen Kerne sich durch seine Grösse und durch die bedeutende Annäherung beider Kerne aneinander auszeichnet. Fürs erste begnüge ich mich mit diesem Hinweis auf die Anordnung der primären, mit den peripheren Nerven in Beziehung stehenden Gehirnkerne und verschiebe die Vergleichung ihrer Lage mit den Daten der Entwickelungsgeschichte anderer Organe bis zum Schluss. Nach diesen kurzen Bemerkungen über die Anordnung der primären Kerne im Kopfe des Vogelembryos, gehe ich zur Beschreibung der Kopfnerven dieses Embryos über.

Auf die Entwickelung des Riechnervs werde ich nicht näher eingehen, da er bei diesem Embryo dem des vorigen gleicht, und gehe zur Betrachtung des Trigeminus über.

Am interessantesten ist hier die Entwickelung der Beziehungen dieses Nervs zu dem Gehirne. In dieser Hinsicht besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Aesten des Trigeminus. Während sich an den Wurzeln des Ramus ophtalmicus bereits ein Zerfall der Membrana limitans beobachten lässt, wie die Fig. 78 Taf. V zeigt, ist letztere am Mandibularis noch erhalten geblieben, wie aus Fig. 79 Taf. V ersichtlich, und dieselbe wird nur von den Fortsätzen der motorischen Neuroblasten durchbohrt, ebenso wie von den Zellenfortsätzen der motorischen Kerne anderer Nerven. Es ist höchst interessant die an den Wurzeln des Ramus mandibularis entwickelte Spongiose näher zu betrachten, welche von den Fortsätzen der Ganglienzellen gebildet wird, die auf ein Hinderniss in Gestalt der Membrana limitans stossen, wie dies die Fig. 80 und 96 Taf. V wiedergiebt. Ausser den in Entwickelung begriffenen Fasern des motorischen Kernes treten in derselben an den

Nervenwurzeln Fasern auf, die einander kreuzende Bündel bilden und zu den einzelnen, um diese Zeit entstehenden, in der Spongiose verstreuten Ganglienzellen in Beziehung zu stehen scheinen.

Aehnliche Umwandlungen der Spongiose werden zu dieser Zeit auch in den Gehirnwänden an den Wurzeln des Acustico-facialis beobachtet.

Charakteristisch für diesen Nerv ist eine erhalten bleibende Zellgruppe der dorsalen Seite des Neuralrohres. Wie Fig. 81 Taf. V zeigt, haben die Zellen derselben ihre primitive Anordnung bewahrt, wozu übrigens das dichte Gewebe des sich um dieselbe entwickelnden Nervs beitrug. Nach der Anordnung dieser Gruppe zu urteilen, kann sie eher dem Gehörganglion, als dem Facialis zugerechnet werden; doch lässt es sich nicht feststellen, was für eine Rolle sie spielt. Aller Wahrscheinlichkeit nach, spielt diese Gruppe keine wesentliche Rolle bei der Entwickelung des Nervs und verdankt dieselbe ihre Bildung dem Umstande, dass das umgebende Gewebe erhalten bleibt und sie vor dem Zerfalle bewahrt. In der Struktur beider Nerven sind jedoch in jedem Aste gewisse eigenartige Veränderungen zu erkennen. Im Acusticus begegnen wir hauptsächlich einer energischen Entwickelung der gestreckten spindelförmigen Zellen, deren Fortsätze um diese Zeit sehr stark ausgezogen sind. Im Facialis zeigt dieser Vorgang dagegen keinen so massenhaften Charakter und wir erkennen vielmehr eine Gruppierung der Zellen um die Fasern, welche von unten vom Ganglion aus emporwachsen, wobei die sich gruppierenden Zellen den Begleitzellen anderer Nerven höchst ähnlich sind. Eine weit grössere Aufmerksamkeit verdienen die beiden hinteren Paare der gangliösen Hirnnerven, zu deren Beschreibung ich nun übergehe.

An der Stelle der künftigen Wurzeln des Glossopharyngeus lassen sich um diese Zeit hie und da mehr oder weniger bedeutende Anhäufungen von Fasern beobachten, welche aus dem Ganglion austreten und mit gestreckten, spindelförmigen Zellen vermischt sind. Die Plasmafasern bilden mit den Fortsätzen dieser Zellen am Gehirne ein Spongioseknäuel, wie auf Fig. 82 Taf. V dargestellt ist. Bei Beobachtung dieser Knäule treten uns zwei interessante Tatsachen entgegen: erstens besitzen dieselben in der Richtung zum Ganglion keine bestimmte Abgrenzung, zweitens existiert manchmal zwischen diesen Knäulen und dem Gehirne eine

Membrana limitans, während sie in anderen Fällen nicht vorhanden ist und die Knäule den Eindruck einer aus dem Gehirne hervorgepressten Spongiose, die sich im umgebenden Gewebe aufzurollen oder aufzulösen scheint, erwecken. Es ist wohl möglich, dass wir es in diesen zwei Fällen mit einem verschiedenen Entstehungsmodus der Knäuelspongiose zu tun haben. Im ersten Falle sind es wahrscheinlich sich gruppierende und verwickelnde Fasern der spindelförmigen Zellen und derjenigen des Ganglions; im zweiten Falle haben wir möglicherweise die hervorgepresste Gehirnspongiose, deren Fasern die Anlagen der motorischen Fasern des Glossopharyngeus darstellen, vor uns. Natürlich ist es möglich, dass ihre Entstehung in beiden Fällen dieselbe Ursache hat und nur durch sekundäre Erscheinungen verdunkelt wird, welche einen verschiedenartigen Ursprung dieser Fasern annehmen lassen.

Es ist bemerkenswert, dass, infolge des Fehlens einer bestimmten Gehirnregion, die durch die sich den Hirnseiten anschmiegenden Strangzellen, oder mit anderen Worten, die Ganglienanlagen eingenommen wird, sich hier an beiden Paaren der hinteren Ganglienerven eine starke Verästelung der Faserbündel im Mesenchym und die Bildung zahlreicher Wurzeln beobachten lässt. Derselbe Umstand fällt auch beim Studium der dorsalen gangliösen Wurzeln der Rückenmarksnerven ins Auge, welche sich mit den beiden hinteren Kopfgangliennerven in ungefähr gleichen Bedingungen befinden. Wahrscheinlich liegt die Ursache dieser Erscheinung gerade darin, dass die Fasern bei ihrem Durchtritt durch das Mesenchym die Richtung des geringsten Widerstandes einhalten und deshalb bedeutend auseinandertreten. Diese Erscheinung ist völlig derjenigen, die sich bei der primitiven Anordnung der Fasern des Abducens beobachten lässt, wo sich die Fasern anfangs ebenso unabhängig voneinander im Mesenchym lagern, analog. Im Zusammenhange damit steht auch die bedeutendere Verzweigung dieser Nervenstämme in früheren Stadien als in späteren, wo die Gabelungsstelle höher liegt und die Aeste selbst sich aus dünnen Fasern zu dickeren Stämmen gruppieren. Es ist natürlich sehr schwer sich über den Charakter der ganzen Entwickelung klar zu werden und die Annahme, dass neben dem erwähnten Faktor auch die vom Gehirn aus sich entwickelnden Fasern einen bedeutenden Einfluss dabei ausüben, erscheint sehr wahrscheinlich. Das Vorhanden-

sein solcher Fasern in Gestalt dorsaler, denen des Rückenmarks homologer, motorischer Bündel lässt sich, wie wir weiter unten sehen werden, nicht bezweifeln. Möglicherweise sind diese Fasern gerade als wirksame Faktoren bei der Gruppierung der Fasern ausserhalb des Gehirnes anzusehen. Diese Frage lässt sich nicht entscheiden, da die beobachteten Vorgänge, besonders in Bezug auf den Glossopharyngeus, keine Anhaltspunkte für eine kategorische Antwort bieten. Ich gehe nun zum letzten Gangliennerv, dem Vagus, über.

Die hier beobachteten Erscheinungen sprechen eher für die ursprüngliche Bildung der Fasern ausschliesslich oder fast ausschliesslich seitens des Ganglions. Die bedeutendste Menge von Fasern befindet sich in der Nähe des Ganglions, wo sie auch am deutlichsten hervortreten, wogegen näher zum Gehirne, wo der Stamm sich bereits in seine Wurzeln teilt, nur einzelne Fasern zu sehen sind, wie dies z. B. auf Fig. 83 Taf. V dargestellt ist. Die Fasern ordnen sich, wie früher, zwischen den Mesenchymzellen, welche sich durch ihre Grösse und längliche Form einigermassen auszeichnen, an. Um diese Zeit ist die Anzahl dieser Zellen jedoch eine viel bedeutender als in früheren Stadien, wo einige Fasern manchmal zwischen einfachen, unveränderten Mesenchymzellen verliefen.

Im Allgemeinen ist der Strukturcharakter der Wurzeln ein höchst typischer. Und zwar verjüngen sie sich sämtlich zur Basis hin, in der Richtung zum Ganglion aber werden sie breiter und zerfallen in Fasern, wie Fig. 84 Taf. V zeigt. Manchmal geht von der Wurzelbasis ins Gehirn ein Faserbündel ab, wie es gerade auf der erwähnten Abbildung der Fall ist; solche Wurzeln bilden aber im vorliegenden Stadium nur einen Ausnahmefall, hauptsächlich aber begegnen wir Wurzeln in der Art der auf Fig. 85 Taf. V dargestellten, mit grösserer oder geringerer Menge von Spongiose an der Basis, oder mit undeutlich ausgeprägter Verbindung mit dem Gehirn, wie beim vorigen Embryo. Wahrscheinlich sehen wir in diesen drei Typen die allmähliche Aufeinanderfolge der Entwickelungsstadien der Nervenwurzeln.

Bemerkenswert ist die Bildung von Spongiose an der Wurzelbasis, analog der schon für den Glossopharyngeus erwähnten. Wie auf Fig. 82 Taf. V die Darstellung einer solchen Wurzel zeigt, wird die Nervenspongiose von der Hirnspongiose durch eine feine

Membran getrennt; ich übernehme es nicht festzustellen, ob diese Membran irgendwo durchbrochen oder völlig unversehrt ist; in diese Spongiose treten Fasern ein, in gegebenem Falle nur eine völlig unabhängig liegende und deshalb deutlich unterscheidbare. Ob diese Fasern die Spongiose bilden, kann natürlich aus der Gegenüberstellung sämtlicher Beobachtungen entschieden werden, da sich auf Schnitten selbstverständlich keine Verbindung zwischen ihnen in unzweifelhafter Form nachweisen lässt. Ich werde deshalb noch warten meiner Ansicht über diese Frage Ausdruck zu verleihen, bis wir imstande sein werden dieselbe im Zusammenhange mit vielen anderen ähnlichen Beobachtungen zu betrachten.

Es bleibt mir nur noch übrig die motorischen Nerven bei diesem Embryo zu beschreiben. Auf die Entwickelung des Oculomotorius werde ich nicht näher eingehen, da sie viele gemeinsame Züge mit dem, was sich am vorigen Embryo beobachten liess, zeigt; hauptsächlich unterscheidet sich dieselbe durch das Auswachsen der Bündel und eine bedeutende Zunahme der Zahl der Begleitzellen längs der ganzen Ausdehnung des Nervs.

Der Trochlearis wird fürs erste nur durch Fasern, welche sich von den Ventralkernen zu dem unpaaren dorsalen hinziehen, sich als mehr oder weniger bedeutende Bündel in dem Hirngewebe anordnen und von letzterem wie von einem Rohr umgeben werden, repraesentiert. Den Abducens habe ich schon oben erwähnt und werde mich jetzt nicht bei demselben aufhalten, sondern zum Hypoglossus übergehen. Um diese Zeit sind die fünf vorderen ventralen Wurzeln bereits zu einem gemeinsamen Nervenstamm verschmolzen. Es wäre natürlich richtiger zu sagen sechs, da, wie ich oben schon erwähnte, die vordere Wurzel einen doppelten Ursprung hat. Bei diesem Embryo ist dieses letztere besonders deutlich zu erkennen. All' diese Wurzeln liegen unter der Commissur des Vagus, an welcher alle Knoten, ausser den zwei hinteren, jetzt reduziert sind. Die histologische Struktur des Nervs ist dieselbe wie die der anderen motorischen Nerven und ich werde mich nicht dabei aufhalten. Was die Anordnung der Myotome in dieser Region anbetrifft, so macht sich kein Unterschied vom vorigen Embryo, bei dem wir bereits vorne ein herausdifferenziertes rudimentäres Myotom gesehen haben, bemerkbar. Bei dem in Rede stehenden Embryo ist dieses Myotom schärfer ausgeprägt als beim vorigem, was einen wichtigen

Beweis für die Voraussetzung, die ich oben über dessen Ursprung gemacht habe, liefert.

Ueber die Rückenmarksnerven ist nicht viel zu sagen, da sich hier nur eine Verdichtung der Fasern und der spindelförmigen Zellen, welche dabei auch die Mesenchymelemente mit sich fortreissen, erkennen lässt. Eine Verbindung der Dorsalwurzeln mit dem Gehirne ist um diese Zeit bereits vorhanden und hat mit der eben für den Vagus und Glossopharyngeus beschriebenen viel gemein. Zugleich lassen sich aber auch wesentliche Abweichungen beobachten, die ich jedoch bei Beschreibung älterer Embryone zu besprechen vorziehe.

Im Zusammenhange mit der schon erwähnten beginnenden Bildung einer kompakten Ganglienmasse macht sich um diese Zeit eine energische kariokinetische Teilung ihrer Zellen bemerkbar. Es lässt sich nicht genau feststellen, ob diese Teilung in den Zellen der Dorsalwand oder im Mesenchym stattfindet. Doch glaube ich in Anbetracht des Charakters der Zellenanordnung und gewisser Zügen in ihrer Struktur annehmen zu dürfen, dass diese Teilung hauptsächlich die ersteren Zellen betrifft.

Nach der Beschreibung der Embryone mit FP. 3 mm. und 3,3 mm., gehe ich zu einem solchen mit 4 mm. über.

In dieser Zeit ist die Verbindung der Ganglien mit dem Hirne bereits überall vorhanden. Weiterer Veränderungen der Ganglien bei den folgenden Embryonen werde ich nicht erwähnen, da sich dieselben ausschliesslich zu inneren strukturellen Umwandlungen in Beziehung stehen und das Studium derselben spezielle technische Methoden erfordert; so werde ich diesen Abschnitt mit der Beschreibung der Verbindung der Ganglien mit dem Gehirne abschliessen.

Gleichzeitig werde ich mich im Folgenden auf die Schilderung der morphologischen Veränderungen in der Lage der Kopfnerven beschränken und nur einiger interessanter Umwandlungen in den Strukturverhältnissen der motorischen Nerven erwähnen, besonders derjenigen des Trochlearis. Was die Entwickelungsgeschichte des Sehnervs anbetrifft, so habe ich bereits beim vorigen Embryo die wesentlichen Bildungsstadien seines Chiasmas erörtet; auf die Histogenese des Nervs näher einzugehen halte ich nicht für möglich, da hierzu eine speziellere Technik erforderlich ist.

Ich beginne die Beschreibung dieses Embryos mit der Charakte-

ristik der allgemeinen Anordnung der Kopfnerven. Am interessantesten ist die Occipitalregion, und hier zwar die weitere Reduktion der hinteren Wurzeln des Abducens und die beginnende Reduktion der vorderen Wurzeln des Hypoglossus. Es ist interessant in dieser

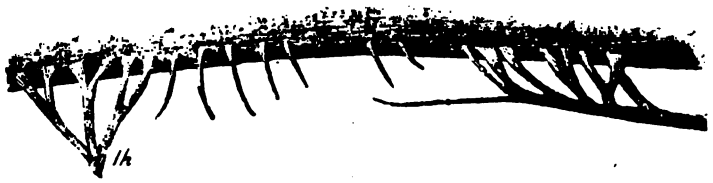


Fig. 17.

Hinsicht die Textfig. 17 und 18, welche diese Wurzeln bei einem Embryo mit FP. 3,3 mm. darstellen, mit der Fig. 19 im Texte zu vergleichen, welche dieselben bei einem Embryo mit FP. 4 mm.

Fig. 18.

wiedergiebt, oder noch mit der Rekonstruktion 107 Taf. VII desselben Embryos. Während wir beim Embryo mit FP. 3,3 mm. einer völligen Reduktion nur der sich dem Abducens anschliessen-

Fig. 19.

den Wurzeln begegnen, wobei die sich dem Hypoglossus anschliessenden erhalten bleiben, eben so wie auch die mit ihnen in Zusammenhang stehende erste Wurzel des Hypoglossus, beobachten wir beim Embryo mit FP. 4 mm. bereits eine bedeutende Reduktion

der letzteren, welche sich auf die ganze vordere Wurzel der einen Seite (cf. Textfig. 19) oder nur auf einen durch die dritte Gruppe gebildeten Teil dieser Wurzel erstreckt, wie die Rekonstruktion 107 Taf. VII zeigt. Zugleich hat sich, Hand in Hand mit der Reduktion der vorderen Wurzel, der Zusammenhang des ersten vollständigen Spinalnervs, welcher die Reduktion der vorderen Wurzel kompensiert, mit dem Hypoglossus ausgebildet.

Ausser der erwähnten Erscheinung sind vom morphologischen Standpunkt bei diesem Embryo noch zwei andere von Interesse, von denen die eine normal und die andere, zwar anormal, doch im Zusammenhange mit anderen Abweichungen in derselben Richtung, eine gewisse Bedeutung besitzt. Die erstere besteht im Auftreten des Trochlearis als äusserer, ausserhalb des Gehirnes liegender Nerv. Zu dieser Zeit besteht dieser Nerv nur aus einem unbedeutenden Faserbündel, der sich bald im umgebenden Mesenchym verliert. Seine histologische Struktur ist höchst interessant. Dabei ist dieselbe sehr einfach, wie die Fig. 86 Taf. V, welche einen Schnitt durch das Chiasma dieses Nervs darstellt, und Fig. 87 Taf. IV, die einen Schnitt durch denselben in seinem weiteren Verlauf, wiedergiebt, wo gleichzeitig auch die intracerebrale Verlaufsrichtung seiner Fasern vom unteren Kern zur Chiasma erkennbar ist, zeigt. Er erscheint hier als ein Bündel Fasern, die eine direkte Fortsetzung der intracerebral liegenden Fasern der entgegengesetzten Seite bilden. Nur ein geringer Teil derselben biegt sich um und steht mit dem Kerne der nämlichen Seite in Verbindung. Keine Spur von Begleitzellen lässt sich entdecken und die Fasern, die ihrer Lage und ihrem Charakter nach an die Spongiosefasern, wie wir sie längs der Ventralseite des Embryos (cf. Fig. 87 Taf. V) sehen, erinnern, weisen in ihrem ganzen Verlauf gar keine Kerne auf. Zu dieser Zeit lassen sich auch wesentliche Veränderungen im Kern der Chiasmas beobachten. Die Zahl seiner Elemente nimmt bedeutend ab und es findet sich nur eine geringe Anzahl von Ganglienzellen hie und da in der Fasermasse des Chiasmas verstreut.

Eine andere bemerkenswerte morphologische Erscheinung ist, wie bereits bemerkt, anormal. Da dieselbe trotzdem bei den Embryonen ziemlich gewöhnlich ist, will ich etwas näher auf dieselbe eingehen. Es handelt sich um das Vorhandensein einer Verbindung zwischen dem Abducens und Oculomotorius, welche auf der Rekon-

struktion dieses Embryos Fig. 107 Taf. VI dargestellt ist. An und für sich würde diese Verbindung kein besonderes Interesse erregen und ich erwähne derselben nur als eines nochmaligen Beweises des inneren Zusammenhanges dieser Nerven, hauptsächlich aber als eines Beispieles der Ablenkung der Wachstumsrichtung der Nervenfasern, welches einen äusserst interessanten Beweis gegen den ursprünglichen Zusammenhang des innervirenden Zentrums mit dem innervirten Punkte liefert. Diese Abweichungen sind so gewöhnlich, dass von einer Beständigkeit in der Lage des motorischen Nervs nur im Sinne des vollkommen ausgebildeten Nervs oder des sich den Nervenwurzeln dicht anschliessenden Abschnittes desselben die Rede sein kann.

Zur Uebersicht der histologischen Struktur übergehend, fassen wir zuerst den Riechnerv ins Auge; zu dieser Zeit macht sich an demselben die Bildung einer bedeutenden Anzahl von Fasern und zugleich eine starke Lockerung und ein Auseinandertreten der Zellenmasse seines Ganglions bemerkbar. Auf Fig. 88 Taf. V sehen wir einen Schnitt durch das Riechgrübchen und die Nervenbasis. Auf derselben fällt gleich das Verschwinden der dichten Masse der Papille ins Auge, an deren Stelle Plasmafasern oder Faserbündel erscheinen, welche von Begleitzellen umgeben sind, die mit denen aller übrigen Nerven identisch sind.

Ueber die Entstehung dieser Fasern kann ich kein entscheidendes Urteil fällen. Ich glaube nur Eins feststellen zu können, dass nämlich die Gehirnzellen, mit denen der Nerv schon nach ihrer Ausbildung sekundäre Beziehungen eingeht, an ihrer Bildung nicht beteiligt sind.

Auf die Struktur des Oculomotorius und des Ganglion ciliare werde ich bei diesem Embryo nicht näher eingehen; ich begnüge mich mit der Erwähnung des Vorhandenseins bei letzterem einer Einstülpung und eines Zerfalls des Ektoderms, welcher bis zu einem gewissen Grade dem anderer Ganglien gleicht, doch seinen Dimensionen nach weit hinter demselben zurücksteht.

Eine der interessantesten Erscheinungen in den Wurzeln des Trigeminus ist das gänzliche Verschwinden der Membrana limitans und eine völlige Umdifferenzierung der Spongiose, welche eine einfache feinfaserige Struktur annimmt, wie aus der Fig. 89 Taf. V ersichtlich. Die Fasern sind sehr fein und verlaufen in einer be-

stimmten Richtung vom Ganglion zur Ganglienzellenanhäufung an der Gehirnwand in der Gegend der Nervenwurzeln. Die Anhäufung liegt oberhalb des motorischen Kernes des Nervs, von welchem sie ziemlich scharf abgegrenzt ist, ebenso wie auch vom umgebenden, noch schwach differenzierten Hirngewebe. Was den motorischen Kern anbetrifft, so behält er noch grösstenteils seine primitive Lage bei, doch haben seine Dimensionen bedeutend zugenommen, ebenso wie auch die Anzahl der Fasern, die er längs dem Stamme des Ramus mandibularis entsendet, wie der Schnitt Fig. 90 Taf. V zeigt.

In der Gruppe des Acustico-facialis macht sich eine bedeutende Differenzierung bemerkbar. In beiden Teilen dieses Nervs treten Faserbündel auf, um die sich die übrigen Zellen gruppieren, wobei diese Bündel bei beiden Nerven sehr scharfe Umrisse zeigen und der ausserhalb des Gehirnes liegende Abschnitt derselben den Eindruck eines zasammenhängenden Ganzen und nicht eines Faserbündels erwecken. Auf Fig. 91 und 92 Taf. V sehen wir sie bei dem einen und anderen Nerv bei starker Vergrösserung dargestellt. Wie wir sehen, besteht zwischen den Bündeln beider Nerven ein wesentlicher Unterschied in ihrer Grösse, da die Bündel des Facialis ungefähr doppelt so gross sind als die des Acusticus. Nach ihrem Eintritt ins Gehirn durchzetzen die Bündel die Spongiose und zerfallen, nachdem sie den Kern des Facialis erreicht haben. Ueber ihren Ursprung kann ich kein definitives Urteil fällen. Wie bereits erwähnt, war schon früher die Bildung von Fasern, die vom Ganglion aus dem Gehirne zuwachsen, im Gange und es ist möglich, dass es diese Fasern sind, die hier gruppiert erscheinen. Andererseits lässt ihre Beziehung zu den Ganglienzellen ihren Ursprung bezweifeln. Deshalb kann ich mich nicht bestimmt für die eine oder andere Entstehung dieser Bündel aussprechen.

Die Entwickelung der hinteren gangliösen Kopfnerven und die Rückenmarksnerven, welche zu dieser Zeit bereits ziemlich vollständig ausgebildet sind, können uns einige Hinweise geben. Zu ihrer Beschreibung gehe ich nun über. Auf Fig. 93 Taf. V sehen wir einen Schnitt durch die Wurzel, die mit dem für den Acustico-facialis und Glossopharyngeus beschriebenen, übereinstimmt. Das Faserbündel ist an demselben völlig deutlich zu sehen. Ins Gehirn eindringend zerfällt dieses Bündel in einzelne Fasern, ganz ebenso

wie das Bündel des oben erwähnten Nervs. Die Vergleichung dieser Abbildung mit dem Charakter der Nervenwurzeln bei den vorhergehenden Embryonen giebt uns einigermassen die Möglichkeit uns in dieser Frage zu orientieren.

Zuerst muss aber der Charakter der Rückenmarksnerven bei diesem Embryo beschrieben werden. Interessant ist an letzteren die Bildung von Wurzeln zweierlei Art, nämlich einer oberen, aus kleinen Fasern bestehenden, welche aus den Zellen des dorsalen Ganglions ihren Ursprung nimmt, und einer unteren, von grösseren Bündeln gebildeten, deren Entstehung wahrscheinlich den gangliösen motorischen Zellen des Gehirnes zugeschrieben werden muss, besonders da der Gipfel des motorischen Kernes bis an diese Stellen heranreicht, wie aus Fig. 94 Taf. V ersichtlich. Wenn wir diese beiden Wurzeln mit denen des Vagus, Glossopharyngeus und anderer Kopfnerven vergleichen, können wir bei den letzteren eine Vermischung dieser zwei Wurzeln erkennen, welche infolge der Erweiterung der Ventrikelhöhlung, der Entwickelung eines membranösen Tektums und hauptsächlich der epibranchialen Ganglien und anderer Abweichungen in der Anordnung der Kopfzentren eintritt. Nur an einigen Nerven, namentlich am Trigeminus, kann man eine gewisse Trennung dieser Wurzeln erkennen, welche infolge der Konzentrierung aller motorischen Fasern des ihm entsprechenden Kerns in seinem Stamme, wo sie eine für ihre Unterscheidung genügend mächtige Entfaltung erreichen, stattfindet. An den übrigen Nerven wird die untere accessorische Wurzel mehr oder weniger durch Nebenprozesse verdunkelt, welche sich in Anpassung an eine Reihe, die Nervenentwickelung komplizierender Umstände entwickeln, und die Fasern der unteren Wurzel vermischen sich mit den übrigen. Das Vorhandensein dieser Art von Fasern kann nur durch genaue technische Methoden, durch Vergoldung und Versilberung, nachgewiesen werden, welche das Vorhandensein solcher Fasern auch in den übrigen Kopfgangliennerven, dem Vagus, Glossopharyngeus und Facialis, erkennen lassen.

Dem deutlichsten Beispiel einer solchen Verdunkelung begegnen wir im Vagus und Glossopharyngeus, wo die aus den Ganglien sich entwickelnden Fasern das Wachstum der Fasern aus den Gehirnwänden gänzlich verbergen. In früheren Stadien habe ich mich schon für die ursprüngliche Entstehung der Wurzeln infolge des

Wachstums der Ganglienfasern bis an das Gehirn ausgesprochen. Vieles spricht dafür, da wir in der Gehirnwand in der Nähe der Wurzeln des Vagus. keiner Basis für die Faserbildung, nämlich keinen Ganglienzellen, begegnen. Es ist äusserst wahrscheinlich, dass sich die Sache anfangs ebenso verhält; später aber wird die Stelle der Wurzel wahrscheinlich durch die motorischen Fasern der unteren dorsalen Wurzel bestimmt. Selbstverständlich wäre es nur dann möglich sich entschieden über diese Frage auszusprechen, wenn die Verbindung der Fasern mit bestimmten Zellen ganz klar und deutlich hervortreten würde.

Oben habe ich schon die Struktur der Rückenmarksnerven bei diesem Embryo erwähnt; jetzt bleibt nur übrig eine kurze Charakteristik der Anordnung des sympathischen Nervensystems bei demselben zu geben. Seine Histogenese werde ich nicht berühren, da dies eine ganz spezielle Bearbeitung des Materials erfordern würde; ich werde nur seine Entwickelung vom morphologischen Gesichtspunkt aus schildern. Wie wir schon auf der Rekonstruktion 107 Taf. VII sehen, sind die Ganglien des sympathischen Systems auch im Occipitalteil des Kopfes vorhanden, doch ist ihr Charakter hier verändert. So begegnen wir hier, statt einer einfachen Kette, zwei Aesten, die ziemlich weit auseinandertreten. Weiter werden wir bei der Beschreibung der folgenden Embryone sehen, dass dieser Umstand eine wichtigere Bedeutung hat, als man auf den ersten Blick annehmen könnte. Diese beiden Aeste werden von Zellgruppen gebildet, welche sich von umgebenden Gewebe sehr scharf abheben, und nehmen fast das ganze Gebiet ein, wo in diesem Stadium die Wurzeln des Hypoglossus entwickelt sind. Ich will jetzt nicht näher darauf eingehen, da dies später bequemer zu machen sein wird.

Bei der weiteren Beschreibung der Entwickelung der Kopfnerven der Vögel werde ich ausschliesslich die morphologischen Aufgaben im Auge behalten, die sich hauptsächlich auf die Struktur der Occipitalregion beziehen. In den übrigen Kopfabschnitten sind nur gewisse einzelne Erscheinungen bemerkenswert; ein bedeutender Teil derselben besteht in anormalen Entwickelungsvorgängen, welche nur auf indirektem Wege einige dunklen Punkte in der Bildung des Nervensystems der Wirbeltiere erhellen.

Das folgende Embryo, dessen Beschreibung in Anbetracht gewisser

bedeutender Umwandlungen in der Occipitalregion, ebenso wie einiger Abweichungen, von Interesse sein kann, ist ein Embryo mit frontoparietalem Durchmesser von 4,5 mm. Seine Beschreibung beginne ich mit der Occipitalregion, welche eigentlich den Hauptpunkt der weiteren Betrachtung bildet.

Wie die Rekonstruktion 108 Taf. VII zeigt, ist bei diesem Embryo die erste Wurzel des Hypoglossus beinahe völlig reduziert und nur ein Teil des Stammes ist als unbedeutender Fortsatz, der die Richtung der verschwundenen Wurzel bezeichnet, erhalten geblieben, ebenso wie kaum merkbare Wurzelreste am Gehirne, welche nach dem Zerfall des Stammes ebenfalls ziemlich lange erhalten bleiben. Zugleich macht sich die Tendenz sich anzuschliessen, ausser der früher mit dem Nerv verbundenen ersten vollständigen Rückenmarkswurzel, auch in Bezug auf die zweite Wurzel bemerkbar, welche zu dieser Zeit längs dem Stamm des Hypoglossus verläuft. Gleichzeitig mit der Reduktion der ganzen vorderen Wurzel tritt auch eine bedeutende Reduktion der vorderen Myotomanlage, des Restes des zweiten metaotischen Somiten ein. Zu dieser Zeit tritt uns dieselbe bereits als stark seitwärts gerücktes, wenig bemerkbares rudimentäres Bündel embryonaler Muskelfasern entgegen. Die Reduktion der ersten von den zwei erhaltenen tönnchenartigen Anschwellungen der Commissur ist bei diesem Embryo etwas stärker ausgeprägt, als dies gewöhnlich bei Embryonen dieser Periode der Fall ist, bei denen sich gewöhnlich gewisse Spuren des ersten Knotens, welche sogar bei älteren Embryonen noch zu sehen sind, erhalten. Was die in dieser Region vorkommenden Neubildungen anbetrifft, so beziehen sich dieselben erstens auf das sympathische Nervensystem, welches zu dieser Zeit in der Occipitalregion ein grosses Ganglion bildet, wie Fig. 108 Taf. VII zeigt, und zweitens auf die Bildung der Knötchen aus den Fasern des Nervengewebes mit deren Begleitzellen an der Basis der Hypoglossuswurzeln.

An den vorderen Wurzeln sind diese Knoten weniger entwickelt als an den hinteren. So viel festzustellen ist, sind sie den Fasern der ventralen Rückenmarkswurzeln, welche sich von letzteren zum Ganglion hinziehen, homolog. Wenigstens ist ihre Anordnung mit derjenigen dieser letzten ganz identisch.

Von der Occipitalregion nach vorne übergehend, müssen wir vor allem die Gruppe des Vagus und Hypoglossus betrachten. Wie bei

den vorhergehenden Embryonen, so sind auch hier diese beiden Nerven durch eine Commissur verbunden, deren Fasern sich vom Gehirne aus längs dem Vagus hinziehen und dann in den Glossopharyngeus, gewöhnlich etwas unterhalb seines Ganglions, übergehen. Manchmal wird dieses Faserbündel durch einen besonderen Stamm repraesentiert, der sich bald mit dem einen, bald mit dem anderen Nerv verbindet und ganz selbständig in das Gehirn eintritt.

Charakteristisch für den Vagus ist zu dieser Zeit die Bildung seitens seines Ganglions dreier Aeste, welche je hinter einer der drei in dieser Region auftretenden Kiemenspalten zu liegen kommen. Die Hauptmasse der Ganglienfasern verläuft zu dieser Zeit jedoch bereits als mächtiger Stamm längs dem Halse.

Von der Gruppe des Acustico-facialis ist nicht viel zu sagen. In der ersten Gruppe dieses Nervs ist die Entwickelung der Fasern des Gehörganglions, welche in das Ohr über der Schneckenanlage eintritt, erwähnenswert. In der zweiten Gruppe ist, ausser der weiteren Entwickelung des Hauptstammes längs dem Hyoidbogen, noch die ihren Fortgang nehmende Entwickelung des Astes zu erkennen, welcher sich nach vorne richtet und zu dieser Zeit eine ansehnliche Grösse erreicht. Im Ganglion faciale ist die Beziehung desselben zu der epibranchialen ektodermalen Plakode bemerkenswert. Eine ähnliche Beziehung ist übrigens auch bei den hinteren Kopfganglien vorhanden. Die Ganglienmasse schnürt sich nämlich von der Plakode ab, wobei sich zwischen Ganglion und Plakode ein kompakter Stamm bildet, welcher in bedeutendem Masse an die Papille des Riechnervs erinnert.

Ein bedeutendes Interesse beansprucht der Trigeminus. Ausser dem sich um diese Zeit bildenden Ramus maxillaris ist noch die Bildung eines besonderen Stammes durch die motorischen Fasern bemerkenswert. Dieser Stamm geht von der Ventralseite des Gehirnes ab und schliesst sich dem Oculomotorius an. Mit diesem Stamme vereinigt sich auch der Abducens. Einer ähnlichen Erscheinung begegneten wir an diesem Nerv in seiner Verbindung mit dem Oculomotorius. Die Tatsache, dass die motorischen Fasern einen selbständigen, wenn auch anormalen Stamm bilden, halte ich für einen deutlichen Beweis zu Gunsten der oben ausgesprochenen Meinung, dass diese Fasern den übrigen ventralen Nerven morphologisch vollkommen gleichwertig sind.

Der Trochlearis erscheint zu dieser Zeit schon als bedeutender Stamm und erreicht meistens den oberen Teil der Muskel. Seine Struktur ist jetzt von bedeutendem Interesse. Im Allgemeinen bleibt sein Chiasma dasselbe wie zuvor; es vermindert sich nur die Anzahl der Ganglienzellen an dieser Stelle. Dabei behält der Nerv seine primitive Struktur eine Strecke weit von seinem Austrittspunkt, ungefähr bis zur Hälfte des Gehirns, bei, wie die Fig. 95 und 87 zeigen; aber im Laufe des weiteren Herabsinkens seiner Fasern macht sich ein Anschluss von Begleitzellen an dieselben, deren Zahl übrigens unbedeutend ist, bemerkbar.

Was den Sehnerv anbetrifft, so sind jetzt in seinem Chiasma bereits Querfasern vorhanden, welche den unpaaren Kern dieser Region zerspalten.

Nach diesen kurzen Hinweisen gehe ich zur Beschreibung des folgenden Embryos mit FP. 5,5 mm., dessen Rekonstruktion Fig. 109 Taf. VII darstellt, über. Jetzt lässt sich schon eine vollständige Reduktion des ersten rudimentären Myotoms konstatieren, und der Vagus scheint über die erste Wurzel des Hypoglossus vorzuwachsen. Letztere rückt dabei allmählich unter den Vagus, wie wir es beim Embryo mit FP 7,5 mm. sehen, wo die Wurzelreste des ersten Stammes des Hypoglossus bereits unter dem Vagus angeordnet sind (cf. Rekonstr. 110 Taf. VII). Gleichzeitig mit der Wurzel des Hypoglossus werden auch die Commissurknoten des Vagus reduziert, welche bei diesem Embryone, mit FP. 5,5 mm. nur an den beiden hinteren Segmenten erhalten bleiben. Doch im Gegensatz zu dieser Reduktion steht das nach rückwarts gerichtete Vorwachsen der Commissur des Vagus, welche dadurch in diesem Abschnitt an die Erscheinungen erinnert, welche bei den Säugetieren nach den Angaben Froriep's die Entwickelung des Accessorius begleiten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Fasern denen des Accessorius homolog sind. Im Uebrigen bietet die Entwickelung der Kopfnerven dieses Embryos nichts Interessantes.

Der oben bereits erwähnte beginnende Anschluss des zweiten vollständigen Spinalnervs an den Hypoglossus zur der Zeit, wo die frontoparietale Region des Embryos eine Grösse von 7,5 mm. erlangt, hat bereits ihren Abschluss erreicht, wie die Rekonstr. 110 T. VII zeigt. Zugleich erstreckt sich hier die Reduktion der vorderen Wurzeln des Hypoglossus auch auf die zweite Wurzel. Diese

letztere nimmt bedeutend an Umfang ab und nähert sich immer mehr dem Vagus, welcher bereits die erste Wurzel bei ihrer Reduktion überdeckt hat.

Die Reduktion der Myotome greift jetzt bereits auf das folgende, zweite Myotom, dessen Dimensionen in Abnahme begriffen sind, über. Ebenso stark wird die Commissur des Vagus reduziert. Der supplementäre Stamm derselben, welcher beim vorigen Embryo in der Rückenmarksregion vorhanden war, verschwindet, ebenso wie der erste der beiden erhalten gebliebenen Ganglienknoten. Das zweite Ganglion ist bedeutend reduziert.

Die Umwandlungen in andern Teilen des Nervensystems des Kopfes bieten bei diesem Embryo kein wesentliches Interesse. Nur eine Reduktion der Kiemenäste des Nervus vagus und eine Verringerung der Zahl der Wurzeln des Abducens, welche ein weiteres Auseinandertreten desselben und des Hypoglossus nach sich zieht u. s. w., ist zu erwähnen. Das nämliche kann auch in Betreff der folgenden Embryone gelten, weshalb ich mich auch bei ihrer Beschreibung auf die Occipitalregion, die ich an denselben ausschliesslich beschreiben werde, konzentriere.

Die weiteren Entwickelungsmomente der Occipitalregion hängen mit der in raschem Tempo fortdauernden Reduktion der vorderen Wurzeln des Hypoglossus zusammen, welche so schnell und vollständig verläuft, dass es nur dank den einzelnen Uebergangsstadien möglich ist sich über das ganze Bild des Aufbaues der Occipitalregion Klarheit zu verschaffen und die Anzahl der sie bildenden Segmente genau festzustellen.

Beigelegte drei Rekonstruktionen der Occipitalregion von Embryonen mit FP. 8,5 mm. Fig. 111 Taf. VII, FP. 9 mm. Fig. 112 Taf. VII und FP. 13 mm. Fig. 113 Taf. VII führen uns die Hauptmomente dieses Prozesses vor. Auf der ersten erkennt man, dass auch die zweite Wurzel des Hypoglossus unter den Vagus gerückt ist. Zugleich ist diese Wurzel ebenfalls stark reduziert und wird nur durch unbedeutende Spuren des Stammes unmittelbar am Gehirn repraesentiert. Dabei ist das Vorhandensein der ersten Wurzel als noch geringeren, schwachen Stammes, der weder zu dem Gehirne, noch zu dem hinteren Stamme des Hypoglossus in Beziehung steht, zu beachten. Die Reduktion der Commissurknoten greift zu dieser Zeit auch auf das erste Spinalganglion über, an dem gewisse

Zerfallerscheinungen oder, vielmehr, eine Trennung in zwei Hälften, eine obere, mit der Commissur verbundene, und eine untere, mit der Ventralwurzel im Zusammenhang stehende, eintritt. Letztere nimmt immer mehr und mehr den Charakter der oben erwähnten Knoten an, die an den Wurzeln des Hypoglossus bei Embryonen früherer Stadien auftreten.

Interessanten Erscheinungen begegnen wir bei diesem Embryo auch in der Gruppe des Vagus + Glossopharyngeus und im sympathischen Nervensystem.

In der ersten erkennt man folgende Einteilung der Aeste: a) der eigentliche Vagus selbst, b) Vagus + Glossopharyngeus, oder eigentlich das Zwischenbündel + Glossopharyngeus und c) der Glossopharyngeus. Es lässt sich keine Spur einer Differenzierung des N. accessorius Willisi entdecken. Der Herausdifferenzierung der dritten mittleren Gruppe scheint keine morphologische Bedeutung zuzukommen, und ich führe sie nur als einen der vielen Fälle an, wo bei der Bildung eines Nervenstammes die zufällige Richtung der Stammfasern ziemlich deutlich hervortritt.

Im sympathischen System muss das Hervorwachsen eines Faserbündels aus dem Ganglion der Occipitalregion erwähnt werden, welches das Ende der Chorda erreicht. Es ist mir nicht gelungen den Zusammenhang dieses Bündels mit irgend einem Nerv zu konstatieren.

Beim folgenden Embryo, Fig. 112 Taf. VII, ist die Reduktion der zweiten Wurzel noch weiter vorgeschritten und zugleich ist auch die dritte Wurzel, von der sich nur unbedeutende Reste erhalten haben, beinahe völlig reduziert. Die beiden vorderen Wurzeln sind jetzt in ihrem dem Gehirn zunächst liegenden Teile kaum erkennbar, und nur schwache Spuren ihrer Stämme weisen einigermassen auf ihre frühere Lage hin.

In der Occipitalregion macht sich am sympathischen Nervensystem der Beginn einer intensiven Reduktion bemerkbar. Obgleich die Masse des Ganglions gewissermassen vergrössert erscheint, so hat sich ihr Gewebe dafür bedeutend gelockert und eine unbestimmtere Form angenommen.

Dasselbe gilt auch für die vorderen Faserbündel dieses Ganglions, welches jetzt bereits stark reduziert ist.

Ich gehe nun zum Schlussmoment der Entwickelung der Occipital-

region über. Auf Fig. 117 Taf. VII ist die Rekonstruktion der Occipitalregion eines Embryos mit völlig ausgebildeten Umrissen der Wirbel dargestellt, welche uns erlauben die Grenze des Vogelkopfes ganz genau festzustellen und folglich auch die Anzahl der am Aufbau der Occipitalregion teilnehmenden Segmente zu bestimmen.

Wie wir auf Fig. 113 Taf. VII sehen, besitzt der Embryo mit FP. 13 mm. im Knorpelskelet des Schädels vier Foramina zum Durchtritt der Nerven. Aber nur in Betreff der drei hinteren kann die Existenz von Nervenwurzeln nachgewiesen werden, wobei dem ersten dieser drei Foramina nur das Rudiment einer Wurzel entspricht, da der Nervenstamm in seinem mittleren Teile schon zerfallen ist. Für das erste, äusserst rudimentäre Loch, lassen sich keine Spuren irgend welcher, aus dem Gehirn austretender Wurzeln erkennen. Hier haben sich nur Reste des Stammes erhalten. Auf ebensolche, nur noch unscheinbarere Reste des Stammes stossen wir auch vor denselben. Diese Reste werden augenscheinlich nur durch Begleitzellen, die nach Reduktion der Wurzeln ihre ursprüngliche Anordnung längs der Fasern des Stammes bewahrt haben, repraesentiert.

Die zwei ersten Rückenmarksganglien sind jetzt bedeutend reduziert. Einer besonders vollständigen Reduktion des Ganglions begegnen wir an dem zwischen Schädel und Atlas gelegenen Nerv, bei dem sich nur unbedeutende Spuren des Ganglions an der Ventralwurzel erhalten haben. Vollständiger ist des Ganglion des zweiten Nervs ausgeprägt, wie die Rekonstruktion 113 Taf. VII zeigt.

Es ist keine leichte Aufgabe, diese Wurzeln mit denen der früheren Embryone zu homologisieren. Da jedoch die Reste der vorderen Nervenstämme bei diesem Embryo vorhanden sind, nachdem bei den vorhergehenden die Reduktion der zwei vorderen Wurzeln in strenger Reihenfolge statt fand, so sind wir berechtigt hier die Fortdauer des betreffenden Prozesses nach rückwärts anzunehmen und die von Froriep angenommene Homologie dieser Wurzeln abzulehnen. Dies ist um so wahrscheinlicher, als die Bildung des vorderen Foramens im knorpeligen Schädelboden für die zweite Wurzel des Hypoglossus, welche schon lange vor dem in Rede stehenden Stadium reduziert wird, ebenso wie auch die Lage dieses Lochs hinter dem Vagus, den Verhältnissen bei den früheren Embryonen wider-

spricht. Zugleich spricht auch die Lagebeziehung der ersten Rückenmarkswurzel des vorigen Embryos zum Gehirne und ihre bereits bei früheren Embryonen eintretende Reduktion für die Möglichkeit einer bedeutenden Reduktion der vorderen Ganglien während der langen Periode, welche diese zwei Stadien trennt; auf Grund dieser Verhältnisse kann die Homologie der Wurzel des hinteren (vierten) Lochs mit dem ersten Rückenmarksnerv des vorigen Embryos angenommen werden. Ich halte es deshalb für das Richtigste die Homologie der Wurzeln des ersten Foramen mit der dritten Hypoglossuswurzel, die des dritten—mit der fünften, letzten unvollständigen Wurzel der vorhergehenden Embryone, und die der Wurzeln des vierten Lochs mit der ersten vollständigen Rückenmarkswurzel der vorigen Embryone anzuerkennen. Die Homologie der letzten cranialen Wurzel mit der ersten vollständigen Wurzel der vorhergehenden Embryone scheint wir um so wahrscheinlicher, als die Möglichkeit, dass sich im Knorpel ein Foramen zur Aufnahme der bei den vorigen Embryonen reduzierten zweite Wurzel bilde, bei dem Grade der Reduktion, welchen diese Wurzel bei dem letzten Embryonen zeigt, wo wir nur ganz unbedeutenden Spuren ihres Vorhandenseins begegnen, ganz unzulässig ist [1]).

Auf die Homologie dieser beiden Nerven weist auch der Umstand hin, dass die Commissur des Vagus über der letzten cranialen Wurzel eine scharfe Unterbrechung zeigt. Ihre Homologie genauer nach Zwischenstadien festzustellen ist mir in Ermangelung eines geeigneten Materials nicht gelungen. So gehen denn meine Befunde über den Bau der Occipitalregion mit denen Froriep's, welcher die zwei hinteren unvollständigen Wurzeln der vorhergehenden Embryone

---

[1]) Die Homologie des ersten Restes des Stammes mit der dritten Wurzel der vorhergehenden Embryone scheint mir unwahrscheinlich, und ist in demselben eher ein Homologon der zweiten Wurzel zu suchen. Wie ich schon erwähnte, bleiben die mit dem Gehirne nicht mehr verbundenen Reste des Stammes ziemlich lange erhalten und können zufällig lange nach Abschluss der Wurzelreduktion am Gehirne vorkommen. Jedenfalls halte ich es für unmöglich mich in meiner Meinung auf so schwachen Wurzelspuren zu stützen, ohne während der Zwischenstadien ein allmähliches Bild der Wurzelreduktion festgestellt zu haben. Deshalb bediene ich mich in meinen Schlüssen ausschliesslich deutlicher Nervenwurzeln und hauptsächlich ihrer Foramina im Knorpelschädel. Das Vorhandensein von vier Löchern weist, wie mir scheint, ganz bestimmt auf einen hier statthabenden Anschluss zum mindesten des ersten vollständigen Spinalnervs hin.

als den zwei ersten Rückenmarkswurzeln des Hypoglossus des erwachsenen Vogels homolog ansieht, bedeutend auseinander. Ich halte es jedoch für passender darauf am Schlusse dieser Arbeit zurückzukommen, wenn alle Daten der Entwickelungsgeschichte des Kopfes der Hühnerembryone sorgfältig zusammengestellt werden können. Die oben angeführten Angaben über den Bau der Occipitalregion des Huhnes zusammenfassend, komme ich zum Schlusse, dass hier acht Segmente vorhanden sind, den ersten metaotischen Somit mitgerechnet, doch ausser den Segmenten der zwei ersten verschwindenden Somiten.

Bevor ich zum Schlusse übergehe, werde ich die Grundzüge der Entwickelung der Kopfnerven des Schweins darlegen, in Anbetracht der sich dabei aufdrängenden interessanten Parallelen.

Die genaue Schilderung der Entwickelung der Kopfnerven der Säugetiere kann natürlich keineswegs meine Aufgabe sein. Ich beschränke mich nur auf Feststellung der Hauptstufen der Entwickelung, welche zur Beurteilung des allgemeinen Baues des Säugetierkopfes von morphologischer Bedeutung sind. Deshalb begnüge ich mich mit der Beschreibung dreier Schweinsembryonen, welche den allgemeinen Entwickelungscharakter mehr oder weniger vollständig illustrieren.

Embryo № 1. FP. 3.

Gleich beim ersten Anblick erkennt man auf der Rekonstruktion des Kopfes dieses Embryos einen ungeheuren Unterschied sowohl in der allgemeinen Anordnung der Nerven, als auch in der Konfiguration und Lagebeziehung der Gehirnabschnitte zueinander im Vergleich zu der Ausbildung derselben Teile bei Hühnerembryonen der entsprechenden Stadien. Bei aufmerksamerer Vergleichung ist der Unterschied, wie wir weiter unten sehen werden, in der Tat ein höchst tiefgehender, der eine scharfe Grenze zwischen dem Entwickelungstypus der Kopfnerven des Schweines und dem oben geschilderten zieht.

Ich beginne die Beschreibung mit einer allgemeinen Charakteristik der Gehirnentwickelung. Im Vorderabschnitt ist kein wesentlicher Unterschied vom Huhn zu erkennen, ausser vielleicht der bereits recht bedeutenden Ausstülpung des Infundibulums; die ihr entsprechende Ausstülpung beim Hühnchen entwickelt sich bedeutend später.

Schon das Mittelhirn zeigt einen scharfen Unterschied in beiden Typen. Bemerkenswert ist die unbedeutende Entwickelung der Lobi optici, welche bei diesem Embryo noch gar nicht differenziert sind (cf. Rekonstr. 114 Taf. VIII). In der Höhlung des vierten Ventrikels treten bei diesem Embryo die Neuromere mit ihrer charakteristischen Anordnung scharf hervor. Der vordere Abschnitt, welcher ebenso wie beim Huhn nicht in Einteilungen zerfällt, ist hier bedeutend in die Länge ausgezogen. Es lässt sich nicht endgültig festzustellen, ob derselbe hier auch wie beim Huhn nur den vorderen Abschnitt des ersten Neuromers des vierten Ventrikels repraesentiert. Die auf diesen Abschnitt folgenden Neuromeren sind äusserst scharf ausgeprägt und besitzen eine typische Struktur, welche Neal schon für die Neuromeren des Haifisches angiebt. Die vorderen zeichnen sich durch ihre geringe Grösse aus und stehen in dieser Hinsicht den hinteren bedeutend nach. Ihre allgemeine Anordnung zeigt die Rekonstr 114 Taf. VIII. Das vordere scharf ausgeprägte Neuromer liegt gerade vor dem Trigeminus und ein Teil von dessen Fasern geht vom Neuromer ab; das zweite liegt den Wurzeln des Trigeminus gegenüber; das dritte—zwischen dem Trigeminus und Acustico-facialis, obgleich die Fasern des letzteren teilweise von diesem Neuromer ihren Ursprung nehmen; das vierte liegt hinter dem Gehörnerv, dessen Fasern teilweise auch von demselben abgehen; das fünfte vor dem Glossopharyngeus und das sechste, endlich, nimmt die Region der Wurzeln dieses Nervs ein. Nach rückwärts lassen sich ganz bestimmte Rumpfneuromere beobachten, wobei den Uebergang zu denselben das sechste Kopfneuromer bildet. Die Rumpfneuromere sind in strenger Uebereinstimmung mit den Somiten angeordnet, nämlich so, dass die Konvexität derselben dem Zwischenraum zwischen den Somiten gegenüber zu liegen kommt. Wenn wir die Anordnung der Neuromere bei diesem Embryo mit derjenigen beim Hühnerembryo vergleichen, so stossen wir auf einen wesentlichen Unterschied sowohl in ihrer Lagebeziehung zu den Nerven, als auch in ihrer Zahl. In der Tat, einem Abgang der Gangliennerven begegnen wir bei Vögeln nur am ersten und dritten Kopfneuromer. Weiter nach rückwärts sehen wir bereits den Abgang der Nerven von den verschwindenden Rumpfneuromeren (ich habe dabei die Gangliennerven im Auge). Bei dem in Rede stehenden Schweinsembryo sehen wir dagegen den Trigeminus am ersten und

zweiten Neuromer, den Acustico-facialis am dritten und vierten, den Glossopharyngeus am fünften und sechsten, so dass alle Neuromere mehr oder weniger als Abgangspunkte der Gangliennerven erscheinen. Was die motorischen Nerven anbetrifft, so sehen wir, die motorischen Fasern des Trigeminus mit einbegriffen, folgende Uebereinstimmung. Bei den Vögeln gehen sie vom ersten (bisweilen vom zweiten), dritten, vierten, fünften u. s. w. ab; beim Schwein vom zweiten, dritten, vierten, fünften, sechsten u. s. w. Der Unterschied betrifft hauptsächlich das erste Neuromer. Eine ausführlichere Vergleichung verschiebe ich bis auf den Schluss, wo ich suchen will sie mit den Befunden bei anderen Wirbeltierklassen zu parallelisieren; nun wende ich mich wieder der Beschreibung dieses Embryos zu.

Das Riechgrübchen und der Riechnerv bieten bei demselben ein bedeutendes Interesse. Statt des einfachen Grübchens, das wir bei den Vögeln antreffen, wo dasselbe sich dem Riechgrübchen der Teleostier und Elasmobranchier bedeutend nähert, sehen wir bei diesem Embryo Riechgrübchen mit höchst charakteristischen Ausstülpungen, welche eine grosse Aehnlichkeit mit den bei den Neunaugen bei Entwickelung des Geruchsorgans beobachteten haben, mit dem Unterschiede, dass dieser Prozess hier selbständig in jedem Grübchen stattfindet. Anstatt eines einfachen rundlichen Grübchens mit Kuppelartigem Boden, wie bei den Hühnerembryonen, sehen wir hier eine Einbuchtung des Ektoderms mit nach oben und unten gerichteten Ausstülpungen, wie es die Rekonstruktion 114 Taf. VIII zeigt. Die obere Ausstülpung ist viel kürzer als die untere, welche zu der oberen Wandung des Schlundes gerichtet, fürs erste mit demselben jedoch noch nicht verbunden ist. Die Fasern des Riechnervs gehen in einzelnen Gruppen von den verdickten Wänden des Grübchens ab und schliessen sich dem Gehirn an, in dessen Nähe sie ein Spongioseknäuel bilden. Es lässt sich hier nicht die geringste Spur eines bestimmten kompakten Riechnervs, wie wir ihm bei den Vögeln begegnen, noch der für die Vögel charakteristischen ursprünglichen Entwickelung desselben in Form einer Papille des Riechgrübchens, entdecken.

Der Oculomotorius dieses Embryos ist, wie die Rekonstr. 114 Taf. VIII zeigt, bereits mehr oder weniger ausgebildet und nimmt eine Lage ein, welche der des erwachsenen Tieres gleicht. Er geht

ungefähr von demselben Punkt ab, wie bei den Vögeln, das heisst vom Boden des dritten Ventrikels. Seine Richtung ist im Ganzen ebenfalls die gleiche, sogar der für die erste Entwickelungsperiode bei Vögeln beschriebene hintere Ast ist völlig deutlich ausgebildet. Ein grosser Unterschied macht sich jedoch bereits in seiner Beziehung zu den sich differenzierenden Mesenchymmassen—den späteren Augenmuskelanlagen—geltend. Der oben für die Hühnerembryone beschriebene Verteilung der Anhäufungen von Mesenchymzellen begegnen wir bei dem Schweinsembryo gar nicht, sondern wir sehen eine einheitliche, nicht in Distrikte getrennte Grundmasse, in welche von der einen Seite der Oculomotorius, von der andern der Abducens eintreten.

Ein noch bedeutenderer Unterschied von den Vögeln giebt sich in der Struktur des Nervs zu erkennen. Der ganzen Länge des Nervs nach sehen wir keine Spur von Begleitzellen. Es sind nur Plasmafasern, welche aus den Gehirnwänden austreten, vorhanden. In den Wurzeln des Nervs sind sie mehr oder weniger verwickelt und bilden hier eine Anschwellung des Nervs, welche in bedeutendem Masse an die Befunde bei Vögeln erinnert. Weiter nehmen diese Fasern im Nervenstamme eine regelmässige Anordnung zueinander an und legen sich in ein dichtes, sich zu der Spitze hin verjüngendes Bündel, wo dasselbe wieder seine kompakte Struktur einbüsst und der Nerv sich in Fasern, die sich mit den Zellen der Masse der Augenmuskelanlagen vermischen, auflöst. Die charakteristische Struktur an seinem Abgangspunkt, welche auf Textfig. 20 dargestellt ist, lässt keine Zweifel über den Ursprung der Nervenfasern aufkommen.

Andererseits ist es beachtenswert, dass die Umdifferenzierungen im Hirngewebe an den Nervenwurzeln mit den Erscheinungen im Nervenkern bei den Vögeln völlig übereinstimmen und folglich in keiner direkten Beziehung zu der Zellenmigration aus dem Gehirne stehen.

Der Trigeminus unterscheidet sich sehr bedeutend. Statt der zwei gangliösen Aeste wie bei den Vögeln sehen wir hier drei. Der eine, der Ramus ophtalmicus, nimmt dieselbe Stellung ein wie bei den Vögeln, der andere, der Ramus maxillaris, besitzt keinen ihm entsprechenden Ast bei den letzteren, wo ihm ein höchst unbedeutender Ast entspricht, der sich sekundär vom Mandibularis abspal-

tet und dem Ganglion des letzteren untergeordnet ist. Bei dem in Rede stehenden Schweinsembryo ist der Ramus maxillaris beinahe vollkommen unabhängig und, obgleich sein Ganglion in innigerer Beziehung zu dem des Mandibularis als zu dem des Ophtalmicus steht, lässt sich die Grenze zwischen beiden doch ganz deutlich unterscheiden. Was den Ramus mandibularis anbetrifft, so giebt sich hier eine scharfe Gruppierung in zwei Aeste zu erkennen: einen sensiblen gangliösen und einen motorischen Ast. Die Grösse der Bündel ist eine ungefähr gleiche, und die motorischen Fasern heben sich deutlich vom Ganglion ab. In der peripheren Region trennen sich die beide Aeste und werden selbständig. Also kann hier schon recht wohl von einem selbständigen, zum Trigeminus gehörenden motorischen Nerv die Rede sein. Alle diese Verhältnisse zusammenfassend, können wir uns vollkommen davon überzeugen, dass sich die Struktur des Nervs völlig von derjenigen der Vögel unterscheidet, besteht er doch beim Schweinsembryo aus drei Ganglien und einem motorischen Nerv, statt der zwei Ganglien und einer motorischen Wurzel bei den Vögeln. Weiter will ich versuchen diesen Punkt ausführlicher zu erörten.

Beim Facialis werde ich mich nicht weiter aufhalten, da derselbe keine besonders charakteristischen Eigentümlichkeiten aufweist, und gehe zu den metaotischen Gangliennerven über.

Die Glossopharyngeus und Vagus bieten an und für sich kein morphologisches Interesse; bemerkenswert aber ist die Stellung der Anlage des Nervus accessorius Willisi.

Bei diesem Embryo ist diese Anlage eine völlig selbständige. Ihre Lage ist auf Rekonstr. 114 Taf. VIII sehr deutlich erkennbar.

Wie wir hier sehen, besteht die Anlage des Accessorius aus einem Strange, welcher unter den Wurzeln der Rückenmarksnerven verläuft und von denselben nur Auxiliarbüschel erhält. Seine Lage ist schon von Froriep ausgezeichnet geschildert worden, welcher nachwies, dass dieser Strang als selbständiges Gebilde, und keineswegs aber als Produkt der Rückenmarksganglien wie die Commissur des Vagus bei den Vögeln auftritt. Vom ersten, verkleinerten Rückenmarksganglion zieht sich dieser Strang nach vorne über zwei Metamere und biegt nach unten ab, indem er zwar dem Stamme des Vagus parallel verläuft, seine Unabhängigkeit von letzterem jedoch stets bewahrt.

Dieser Strang besteht hauptsächlich aus Plasmafasern, und nur an der Biegung, wo die Masse des Stranges bedeutend dicker wird, sind Ganglienzellen vorhanden. In dieser Hinsicht gleicht die Struktur des Stranges bedeutend derjenigen des Vagus bei diesem Embryo, wo die Ganglienzellen sich an den Wurzeln und im epibranchialen Ganglion konzentrieren, während im Stamme selbst die Plasmafasern von keinerlei Zellen begleitet werden und nackte plasmatische Faserbüschel bilden. Wenn wir die Anordnung der Anlage des Nervus accessorius mit der Vaguscommissur der Vögel vergleichen,

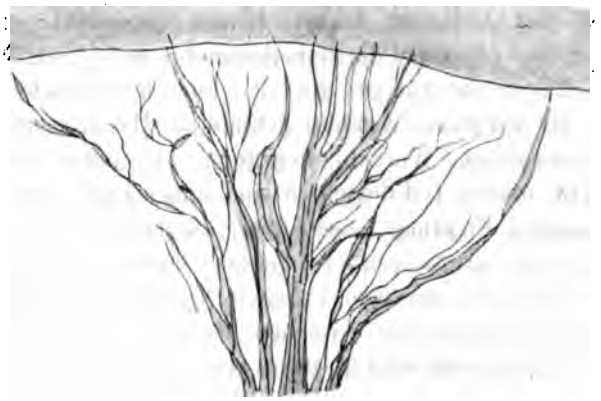


Fig. 20.

so können wir uns von der verschiedenen Entstehung dieser Gebilde überzeugen, besonders auf Grund der Lagebeziehung dieser Nervenanlage zu den Rückenmarksganglien. Nur der Teil der Anlage der Accessorius, welcher Ganglienzellen führt und deshalb etwas verdickt ist, kann als der Commissura Nervi vagi der Vögel homolog angesehen werden, speziell ihren vorderen tönnchenartigen Anschwellungen. Der hinten, unter den Rückenmarksganglien zur Ausbildung gelangende Strang ist dem eben für die Vögeln beschriebenen hinteren Strang, welcher bei den Vögelembryonen nur kurze Zeit über besteht, homolog.

Es bleibt mir nur übrig die Ventralnerven, oder richtiger, Nervenwurzeln dieses Embryos zu beschreiben.

Der Trochlearis besteht hier aus Spongiosebüscheln, welche sich

vom Ventral- zum Dorsalkern erstrecken. Die übrigen Wurzeln sind folgendermassen angeordnet. Ausser dem grossen motorischen Bündel des Trigeminus, welches vom Gehirne zusammen mit den sensiblen Aesten dieses Nervs abgeht, lassen sich unter dieser Gruppe an der ventralen Seite des Gehirnes ganz unabhängige, sehr schwach entwickelte Wurzeln beobachten. Diese Wurzeln treten aus dem Gehirne auf der gemeinsamen Linie der Ventralwurzeln aus, erreichen jedoch keine bedeutende Ausbildung und gehen bald zugrunde.

Unter dem dritten Neuromer gehen von der Ventralseite des Gehirnes mehrere Wurzeln ab, welche bei diesem Embryo die Hauptmasse des Abducens bilden. Hinter denselben, unter dem vierten Neuromer, kommen die unbedeutenden accessorischen Wurzeln dieses Nervs zur Anlage, die sich jetzt noch unabhängig von dem durch die vorderen Wurzeln gebildeten Hauptfaserbündel anordnen. Ebensolchen Wurzeln begegnen wir unter dem fünften Neuromer. Im oberen Teil desselben sind jedoch Faserbündel, welche eine ganz andere Richtung einschlagen, das heisst, sich eher hinter dem Hypoglossus gruppieren, vorhanden. Diese Büschel fassen in bedeutender Anzahl unter dem sechsten Neuromer Stellung, wo sie auch die grösste Ausbildung erreichen. Je mehr sie sich der ersten Wurzel des Hypoglossus nähern, desto grösser werden sie und gleichzeitig giebt sich ihre definitive Gruppierung zu erkennen.

Der Hypoglossus wird bei diesem Embryo von zwei Wurzelgruppen, denen ihnen entsprechende Rückenmarksganglien fehlen, und zwei Gruppen, welche mit den entsprechenden dorsalen, mit Ganglien versehenen Wurzeln im Zusammenhange stehen, gebildet. Diese Ganglien sind, wie die Rekonstr. 114 Taf. VIII zeigt, bedeutend reduziert, besonders das erste, doch verläuft ihre Reduktion ganz anders als bei den Vögeln in der Region der Commissura nervi vagi, indem sie ausschliesslich die Grösse des Ganglions beeinflusst und nicht zum Zusammenfluss derselben führt.

Der folgende, dritte Spinalnerv entwickelt sich bei diesem Embryo ganz normal und zieht sich parallel dem Stamme des Hypoglossus.

Zwischen dem ersten Spinalganglion und dem Vagus kommen zwei Myotome zur Anlage, welche ganz normal entwickelt sind und den hinteren nur in ihren Dimensionen nachstehen.

Embryo № 2. FP. 5 mm.

Ich gehe nun zur Beschreibung des folgenden Embryos über, dessen Rekonstruktion die Fig. 115 Taf. VIII darstellt. In dieser Zeit beginnt beim Schweinsembryo bereits die Differenzierung der Hemisphären. Das Geruchsorgan erreicht schon die obere Seite des Schlundes, wo sich seine erste hintere Oeffnung bildet. Dies kommt durch ein bedeutendes Vorwachsen der unteren Ausstülpung des Riechgrübchens, welches allmählich den Schlund erreicht, zustande. Der Unterschied in der Bildung dieser primären Schlundöffnung im Vergleich zu den Vögeln ist ein sehr wichtiger, denn dort sehen wir ein einfaches Ausdehnen des Grübchenektoderms nach hinten und ein damit verbundenes späteres Umschlagen und Verwachsen der Wandungen der so gebildeten Rinne. Auf diese Weise entsteht der Kanal der Riechhöhle nach dem Typus des Neuralrohrs und beide Ränder der Oeffnung werden durch sekundäre Schliessung der Aussenseite des Zwischenteiles des Grübchens getrennt; beim Schweinsembryo bildet sich die primäre Kommunikation mit dem Schlunde dagegen dank einer abwärts gerichteten Ausstülpung des Grübchenbodens, welche in Bildung und Entwickelung lebhaft an die Hypophyse von Ammocoetes erinnert. Diese Aehnlichkeit wird noch dadurch verstärkt, dass bei Entwickelung des Geruchsorgans beim Schwein noch eine obere Ausstülpung zur Anlage kommt, die dem Geruchsorgan von Ammocoetes analog ist. Weiter im Schlusskapitel werde ich dise Frage noch aufzuklären suchen. Gleichzeitig sehen wir schon bei diesem Embryo die Bildung eines sekundären, die primäre Oeffnung ersetzenden Durchgangs von dem selben Typus, wie bei den Vögeln, das heisst als in den Schlund sich verbreitende Falten des Riechgrübchens.

Der Riechnerv ist bei diesem Embryo im Vergleich zu dem vorigen, stark angewachsen. Sein Charakter bleibt derselbe (d. h. erscheint als kompaktes Faserbündel), doch wird er hier von einer bedeutenden Anzahl freier Bündel gebildet, welche sich nur an der Basis gruppieren, wo sie bei diesem Embryo ein ässerst kompaktes Knäuel bilden, das in der Einsenkung der Gehirnwandung liegt.

Das Infundibulum erreicht bei diesem Embryo bedeutende Dimensionen, wie es die Rekonstruktion 115 Taf. VIII zeigt. Eine ähnliche Grösse habe ich bei Vogelembryonen nie beobachten können.

Was die Anordnung der Kopfnerven anbetrifft, welche vom vierten Ventrikel abgehen, so bieten nur der Abducens, der Hypoglossus und die Gangliennerven der Occipitalregion ein Interesse.

Der Abducens geht bei diesem Embryo vom dritten, vierten und fünften Neuromer ab. Seine hinteren Wurzeln sind augenscheinlich den oben beschriebenen freien Stämmen, welche bei dem vorigen Embryo dem Nervenstamme parallel verliefen, homolog. In diesem Fall besteht also, wie in vielen andern, zwischen Vögeln und Säugetieren ein bedeutender Unterschied. Bei den ersteren ist die Entwickelungsrichtung der Wurzeln des Abducens eine von hinten nach vorne fortschreitende und wird der mittlere Teil der Wurzeln zwischen dem Hypoglossus und Abducens reduziert; bei den letzteren verläuft diese Entwickelung im Gegentheil von vorne nach hinten und es findet gar keine Reduktion der hinteren Wurzeln des Abducens statt, und nur die, an denselben Neuromeren wie die hinteren entwickelten, freien Wurzeln, deren Fasern nach rückwärts gerichtet waren, erleiden bereits bei diesem Embryo eine Reduktion.

Ein entsprechender Unterschied besteht auch in der Entwickelung des Hypoglossus.

Beim vorigen Embryo sind, wie schon gesagt, nur zwei Wurzeln des Hypoglossus vorhanden, welche kein ihnen entsprechendes, wenn auch reduziertes, Ganglion besitzen; bei diesem Embryo treten schon drei, welche vor dem ersten, unvollkommen entwickelten Ganglion liegen, auf. Durch Vergleich mit dem vorhergehenden Embryo kommen wir zu der Ueberzeugung, dass hier wahrscheinlich ein Anschluss der vorderen, bei jenem Embryo freien, Wurzeln stattgefunden hat. Folglich begegnen wir hier keiner Reduktion der vorderen Wurzeln, wie bei den Vögeln, sondern, umgekehrt, einer späteren Entwickelung derselben.

Ausser dem Anschluss der vorderen Wurzeln, welche dem siebenten Neuromer angehören, der die typischen Merkmale eines Rumpfneuromers aufweist, kann noch ein allgemeines Eindringen der Occipitalsegmente in den Kopf beobachtet werden, wie wir es bei den Vögeln sehen. Infolgedessen ist das erste rudimentäre Ganglion dem Vagus bedeutend genähert.

Was den Vagus und die Anlage des Accessorius anbetrifft, so sind sie bei diesem Embryo bereits ein zusammenhängendes Ganzes.

Wie die Rekonstruktion 115 Taf. VIII zeigt, lassen sich in dieser Gruppe folgende Aeste unterscheiden: 1) der Accessorius, 2) der Hauptast des Vagus und endlich 3) die noch miteinander verschmolzenen Aeste, welche einen bedeutenden, doch äusserst kurzen vom epibranchialen Ganglion abgehenden Stamm bilden.

Der Trochlearis ist bei diesem Embryo bereits entwickelt und erscheint als ziemlich ansehnliches, zum Auge hin verlaufendes Bündel. Seine Struktur stimmt vollkommen mit der oben für die Vögel angegebenen überein und ist mit der Struktur des Oculomotorius bei Säugetieren, wie ich ihn oben beschrieben, völlig identisch.

Ich schliesse die Beschreibung dieses Embryos mit einem Hinweis auf die Anordnung der Augenmuskelanlage, welche ihre ursprüngliche einheitliche Struktur beibehält, ab. Ihre Masse ist etwas ausgezogen und nimmt unter dem Auge in ihrem vorderen Teil ungefähr dieselbe Stellung ein, wie die Augenmuskelanlagen, die bei den Vögeln vom Oculomotorius innerviert werden. Einteilungen lassen sich in derselben jedoch noch nicht beobachten.

Embryo № 3. FP. 7 mm.

Bei diesem Embryo treffen wir schon ausgebildete Knorpelanlagen der Wirbel und einen angelegten Basalknorpel an.

Gleichzeitig mit einer bedeutenden Entwickelung nach vorwärts des vorderen Kopfendes, erreicht auch das Geruchsorgan bedeutende Dimensionen. Die primäre Schlundkommunikation ist bereits reduziert, bleibt als geringes Rudiment, das sogenannte Jacobson'sche Organ, erhalten und wird durch einen sekundären Gang ersetzt, welcher sich ebenso wie bei den Vögeln bildet.

Doch muss auch hier auf einen wesentlichen Unterschied von den Vögeln hingewiesen werden, welcher in einer starken Wucherung des Gewebes um die Grübchen herum besteht. Diese Wucherung führt zu der charakteristischen Lage der vorderen Nasengänge, welche an diejenige von Bdellostoma erinnert.

Die Struktur des Riechnervs ist völlig identisch mit derjenigen des erwachsenen Tieres. Der Nerv erscheint bei diesem Embryo als einzelne Faserbündel, welche von den Wänden des Geruchsorgans seiner ganzen Länge nach abgehen und sich zum Gehirne hinziehen, in welches sie an den Lobi olfactorii eintreten.

Die Augenmuskeln sind bei diesem Embryo bereits ausgebildet, wie die Rekonstruktion 116 Taf. VIII zeigt. Dementsprechend ist auch die Entwickelung der sie innervierenden Nerven stark vorgeschritten, doch weisen dieselben im Vergleich zu den früheren Embryonen nichts Interessantes auf.

Der Trigeminus hat im Allgemeinen seine frühere Struktur beibehalten. Wir begegnen hier denselben drei zu einem Ganzen verschmolzenen Ganglien und demselben motorischen Ast, welcher ganz unabhängig von den andern vom Gehirne abgeht, doch dem Ramus mandibularis parallel läuft und sich demselben fest anschmiegt. Dieser Ast ist, aller Wahrscheinlichkeit nach, dem motorischen Bündel des Mandibularis bei den Vögeln homolog, doch ist er hier viel stärker ausgeprägt und seine Stellung ist eine unabhängigere.

Den Acustico-facialis werde ich hier nicht beschreiben, da seine Lage ganz identisch ist mit dem, was wir bei den Vogelembryonen gesehen haben, und gehe zur Occipitalregion über, welche ein bedeutendes Interesse hat, da infolge der Wirbelbildung bei diesem Embryo die Grenze des Kopfes ganz genau bestimmt werden kann. Das Interesse konzentriert sich hier selbstverständlich beinahe ausschliesslich auf dem Hypoglossus, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe.

Wie beim vorigen Embryo, so wird dieser Nerv auch hier durch drei rein ventrale Wurzeln und durch drei Wurzeln (also eine mehr als beim vorigen) von gemischtem Charakter, repraesentiert. Die erste dieser letzteren Wurzeln besitzt ein stark reduziertes Ganglion, während die der beiden übrigen nur ein wenig verkleinert sind. Die drei ersten Ventralwurzeln gehen bei diesem Embryo unweit von einander vom Gehirne ab, gewissermassen als wenn sie eine grosse, gemeinsame Wurzel des Nervs bildeten. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, dass diese Wurzeln aus dem Schädel durch eine grosse gemeinsame Oeffnung austreten während die hintere Schädelwurzel von gemischtem Charakter aus demselben durch ein eigenes, selbständiges Foramen im Basalknorpel hindurchtritt. Durch Vergleich mit den vorhergehenden Embryonen kann man sich jedoch leicht von der völligen Homologie dieser Wurzeln mit den drei vorderen Wurzeln derselben überzeugen. So lässt sich durch Gegenüberstellung der Befunde an diesen drei Embryonen feststellen, dass die Occipital-

region dieses Embryos aus drei Segmenten mit ausgeprägten Myotomen, aus einem ohne Myotom, doch mit typischen Ventralwurzeln versehenen und aus vor dem letzteren liegenden Segmenten, die schon schwerer zu erkennen sind, besteht. Leider fehlte es mir an Embryonen früherer Stadien, und ich kann nichts über die Entwickelung der Somiten hier aussagen.

Nach der Anordnung der Neuromere und Wurzeln zu urteilen, die sich dem Abducens anschliessen, können wir hier die Existenz noch eines metaotischen Somiten voraussetzen, welches dem Segmente des ersten vollständig ausgebildeten metaotischen Vogelsomit oder, mit anderen Worten, dem zweiten Kopfsomit der Vögel, nach Goronowitsch, entspricht. Jetzt werde ich nicht näher darauf eingehen, da ich es für geboten halte, die Angaben über die Entwickelung der Kopfnerven bei den Vögeln zuvor zusammenzufassen; doch lässt es sich aus dem Vergleich der hinteren Region, von den einander entsprechenden ersten Wurzeln des Hypoglossus beim Schwein und der vierten Gruppe der Abducenswurzeln der Vögel angefangen leicht erkennen, dass die Zahl der am Aufbau der Occipitalregion teilnehmenden Segmente beim Schwein eine ganz andere, weit geringere ist als bei Vögeln und dass der Charakter ihrer Struktur im Ganzen ein ganz verschiedener ist.

Bei Vögeln sehen wir, wie bereits gesagt, ausser den ersten, acht Segmente, welche die Occipitalregion bilden, während beim Schwein nur vier vorhanden sind. Der Unterschied ist ausserordentlich gross und weist auf einen bedeutenden phylogenetischen Abstand dieser beiden Gruppen hin, was auch durch andere Abweichungen im Nervensystem bestätigt wird. Weiter werde ich noch auf diese Frage zurückkommen und suchen, dieselbe durch Vergleichung mit einigen andern Klassen der Wirbeltiere einigermassen aufzuklären.

Schluss.

Die vorliegende Arbeit zusammenfassend, muss ich vor Allem die einzelnen Entwickelungsphasen des Nervensystems der Vögel in ein Ganzes zusammenstellen, um auf diese Weise diejenigen grundlegenden Befunde festzustellen, welche uns erlauben, uns eine mehr oder weniger genaue Vorstellung von dem Grundplan des Baues des Nervensystems zu bilden.

Mich veranlasst dazu der Umstand, dass die Unterscheidungsmerkmale dieser Grundelemente des Nervensystems ausserordentlich unbedeutend sind und eine genügend scharfe Unterscheidung derselben sehr schwierig ist, sowohl infolge der ungenügenden Entwickelung der Technik, welche nicht erlaubt dieselben scharf genug herauszudifferenzieren, als auch infolge der komplizierten Verteilung dieser Elemente zwischen den einzelnen Nerven, welche unsere Aufmerksamkeit ablenkt; ich will daher die im allgemeinen Teil verstreuten einzelnen Tatsachen über die Entwickelung der einzelnen Nerven zu einem ganzen, vollständigen Bild der Entwickelung eines jeden Nervs zusammenfügen, welches uns erlaubte, alle Phasen ihrer Entwickelung miteinander zu vergleichen. Nur auf Grund einer solchen Vergleichung der einzelnen Entwickelungsphasen verschiedener Nerven, welche sich unter ganz abweichenden Umständen entwickeln, steht zu erwarten, dass wir zu einem Schlusse kommen, der eine mehr oder weniger erschöpfende Lösung der in dieser Arbeit gestellten Aufgabe gestattet, da die Unvollkommenheit unserer Technik uns nicht erlaubt entscheidende Daten aus der Entwickelungsgeschichte der einzelnen Nerven zu schöpfen. Dies ist leicht daraus zu ersehen, dass die Forscher, welche sich in ihren Untersuchungen verschiedenen Nervengruppen zuwandten, gewöhn-

lich zu entgegengesetzten, einander ausschliessenden Resultaten gelangten; als Beispiel können die Ergebnisse der Arbeiten Goronowitsch's und Carpenter's angeführt werden, welche sich desselben Objektes und zwar Hühnerembryonen bedienten, doch verschiedene Nervengruppen untersuchten und zwar der erste—die gangliösen Kopfnerven und hauptsächlich den Trigeminus, und der letztere—die motorischen Nerven, hauptsächlich den Oculomotorius. Bei aller Genauigkeit der Beobachtungen kommen beide Forscher zu ganz entgegengesetzten Schlüssen. Ebenso verhält es sich mit den Forschern, welche andere Gruppen der Wirbeltiere studierten. Deshalb kann nur eine Vergleichung der verschiedenen Nervengruppen untereinander unserer Vorstellung eine gewisse Vollständigkeit verleihen, da wir einer ganzen Reihe widersprechender Umstände begegnen, dank der unbestimmten Entwickelung der einzelnen Nerven, die an manchen noch durch Nebenumstände, welche uns keine richtigen Schlüsse gestatten, verdunkelt wird. Beim Studium der Entwickelung der Nerven müssen die zwei Grundaufgaben, welche uns dabei entgegentreten, scharf voneinander unterschieden werden, nämlich die rein histologische, welche in Feststellung des Ursprunges und der allmählichen Entwickelung der Nerven und deren Beziehungen zu den benachbarten Geweben besteht, und die morphologische, welche, sich auf die erste stützend, uns den Hauptschlüssel zur Unterscheidung homologer Elemente in die Hand giebt, d. h. also die Frage von der Verteilung derjenigen Grundelemente im Tierkörper, die wir beim Studium der Histogenese der Nerven feststellen können. Diese beiden Aufgaben sind eng miteinander verknüpft und ergänzen einander, sind aber dabei so kompliziert und erfordern so ausführliche Erörterungen, dass ich es für geboten halte sie voneinander getrennt zu betrachten.

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen gehe ich zur weiteren Auslegung über und beginne mit der Histogenese der Kopfnerven, wobei ich mich bemühen werde durch Vergleichung der Entwickelung der einzelnen Nerven die Grundelemente des Nervensystems festzustellen.

KAPITEL I.

Histogenese der Kopfnerven.

Ehe ich an eine Zusammenfassung der Entwickelungsprozesse der einzelnen Nerven herantrete muss ich noch näher auf die Ganglienleisten eingehen, als auf ein unbestimmtes Gebilde, welchem einige Forscher eine ausschlaggebende Bedeutung bei der Nervenentwickelung zuschreiben, während andere ihre Bedeutung bis auf die Rolle eines unbedeutenden Nervenelements herabsetzen. Eine Zusammenfassung scheint mir um so notwendiger, als die Resultate, zu denen ich bei der Betrachtung der Ganglienleisten gelangt bin, von denen Goronowitsch's bedeutend abweichen, dessen Arbeit als die einzige sorgfältige Untersuchung der Entwickelungsgeschichte der Ganglienleisten der Vögel angesehen werden muss. Dazu veranlasst mich noch der Umstand, dass die Entwickelung der Ganglienleisten in allen Klassen der Wirbeltiere eine sehr konstante ist, was eine wesentliche Bedeutung dieses Prozesses, als Hinweis auf einen wichtigen Vorgang, welcher eine bedeutende Rolle bei der Enstehung der Wirbeltiere spielte, besonders bei derjenigen ihres Nervensystems, mit dessen Entwickelung die Bildung der Ganglienleisten aufs engste verknüpft ist, voraussetzen lässt.

Bei den einzelnen Momenten der Ganglienleistenentwickelung, welche im allgemeinen Teil ausführlich genug behandelt wurde, werde ich mich nicht aufhalten und jetzt nur hauptsächlich ihre Beziehungen zur den Nervenanlagen berühren, um ihre Anteilnahme an der Bildung derselben möglichst klar darzutun.

Beim Hühnchen bilden sich die Ganglienleisten auf zweierlei Weise; ihr erster Ursprung ist das zwischen dem sich ablösenden Neuralrohr und dem künftigen Integument des Embryos befindliche Ektoderm. Dieser Ektodermstreifen löst sich bei Abtrennung des Neuralrohrs in einzelne Zellen auf, welche fortfahren sich durch mitotische Teilung zu vermehren und allmählich die durch das Plasmanetz abgegrenzten lateralen Höhlungen, die oben im allgemeinen Teil beschrieben wurden, auszufüllen. Die Anzahl dieser Zellen hängt bedeutend von den Dimensionen der Zwischenregion ab, wo der Zerfall stattfindet, und die Ganglienleisten erreichen

ihre höchste Ausbildung gerade in den Abschnitten, wo diese Region besonders gross ist, wie z. B. in der Gehörregion. Die mit Ganglienleistenzellen angefüllten lateralen Höhlungen kommen später [1]), wenn das sie abgrenzende Plasmanetz durch die Masse der Ganglienleistenzellen durchbrochen wird, mit dem Mesenchym der Lateralteile des Embryons in Berührung. Die Ganglienleistenzellen verstreuen sich allmählich im Mesenchym, fassen in demselben an der Aussenseite längs dem Ektoderm Stellung und erhalten sich in kompaktem Zustande nur an gewissen bestimmten Punkten, und zwar an den Stellen der künftigen Ganglienanlagen. Doch auch die im Mesenchym verstreuten Ganglienleistenzellen scheinen ihre typischen Eigenschaften zu bewahren.

Als zweite Ursprungsstelle erscheint die Dorsalseite des abgesonderten Neuralrohrs; die Zellen der äusseren, und teilweise auch die der inneren Schichten derselben verlieren ihren gegenseitigen Zusammenhang, werden aus dem Gehirne verdrängt und verbreiten sich zu seinen Seiten, indem sie sich mehr oder weniger an seine Wände halten. Im Rumpfe, wo die Somiten eine hohe Ausbildung erreichen, fassen diese Zellen zwischen denselben und dem Gehirne Stellung, während die Ganglienleistenzellen ersteren Ursprungs dort, wo sie im Rumpfe entwickelt sind, sich stets zwischen dem Somiten und dem Ektoderm des Integuments des Embryos anordnen. Eine für die Ganglienleisten ersten Ursprungs charakteristische Ausfüllung der lateralen Höhlungen wird hier niemals beobachtet und die letzteren selbst entwickeln sich im Rumpfe gar nicht. Im Kopfe haben die Ganglienleisten erster Art, welche sich hier auch fast ausschliesslich entwickeln, eine vorherrschende Bedeutung. Nach rückwärts, hauptsächlich von der metaotischen Region an, beginnen die Leisten zweiter Art sie allmählich zu verdrängen und erreichen ihrerseits eine vorherrschende Bedeutung, indem sie die ersteren ersetzen, welche sich hier nur in der Occipitalregion entwickeln. Stellenweise entwickeln sich in letzterer Region Leisten beider Art in gleicher Anzahl, weshalb ihre gegenseitigen Beziehungen zu einander sich hier genau beobachten lassen.

---

[1]) Es ist sehr wahrscheinlich, dass das verdickte Ektoderm der Lateralkämme und der Ektodermabschnitt zwischen letzteren und der Faltung der Neuralwülste den Lateralplakoden homolog ist.

Ein funktioneller Unterschied zwischen Ganglienleistenzellen erster und zweiter Art scheint nicht zu existieren und die verschiedenartige Verbreitung ihrer Elemente muss, wie ich glaube, von irgend welchen sekundären Ursachen abhängen. Meiner Meinung nach besteht die wahrscheinlichste Erklärung darin, dass diese Zellen sich längs dem nächsten ihnen verwandten Gewebe verbreiten, in einem Fall längs dem Ektoderm des Integuments, im andern längs dem Ektoderm der Gehirnwandungen. Gegen eine einfache Spaltung der Zellenströmung durch die Somiten spricht der Umstand, dass sich dieselben Beziehungen auch in denjenigen Kopfabschnitten erhalten, wo keine Somiten vorhanden sind.

Es ist äusserst schwer, das weitere Schicksal der Ganglienleistenzellen der prootischen Region zu verfolgen, da sie sich hier mit dem Mesenchym vermischen. Goronowitsch sieht hier keine einfach mechanische Vermischung bei der Umdifferenzierung dieser Zellen, sondern einen wirklichen Uebergang der Ganglienleistenzellen ins Mesenchym. Mir erscheint dieser Schluss ungenau und ich glaube, dass das Schicksal der Leistenzellen kein anderes sein kann, als in der metaotischen Region oder im Rumpfe, wo sich auf ihre Kosten die Ganglien und die zum Aufbau der Nerven dienenden Elemente bilden. Ich halte es deshalb für notwendig sich eine den Tatsachen entsprechende Vorstellung der gegenseitigen Beziehungen derselben zu den Nerven auf Grund einer Vergleichung der in dieser Region beobachteten Verhältnisse mit denen des Rumpfes und der Occipitalregion und einer kritischen Analyse der dabei beobachteten Tatsachen zu bilden, ohne diese Regionen in selbständige, den hier entwickelten Nervengruppen entsprechende Abschnitte einzuteilen. In den beiden letzteren Regionen lässt sich, wie auch aus der allgemeinen Beschreibung ersichtlich, die Anteilnahme der Ganglienleistenzellen an der Bildung der Ganglien ganz bestimmt beobachten und unterliegt keinem Zweifel: sowohl die Rückenmarksganglien werden von Ganglienleistenzellen zweiter Art, als auch die epibranchialen,—der Glossopharyngeus und Vagus,—aus Zellen erster Art gebildet.

Die Anteilnahme der Ganglienleisten an der Bildung des Ganglion Acustico-facialis steht ebenfalls ausser Zweifel und wird von Goronowitsch nicht bestritten, welcher ihnen übrigens dieselben Rechte einräumt, wie dem Mesenchym. So bestehen denn nur in Bezug

auf die vordere prootische Gruppe der Ganglienleisten, welche Goronowitsch als primäre Ganglienleisten unterscheidet, Zweifel; sie erfordern eine umständlichere Betrachtung der Argumente für und gegen die Anteilnahme der Ganglienleisten an der Bildung der Ganglien dieser Region, nämlich der beiden Ganglien N. trigemini, und ein aufmerksames Studium der Vorgänge, welche Goronowitsch von der Umwandlung der Ganglienleistenzellen in Mesenchym überzeugen. Wollen wir deshalb mit der Betrachtung derjenigen Erscheinungen beginnen, welche der Meinung Goronowitsch's zu Grunde liegen.

Seine Meinung basiert Goronowitsch auf Folgendem.

Erstens: nachdem die Ganglienleistenzellen sich mit dem Mesenchym vermischt haben, unterscheiden sie sich anfangs sehr scharf von demselben, sowohl durch ihre intensivere Färbungsfähigkeit, als auch durch ihre bedeutendere Grösse, Spindelform und Anordnung; allmählich verschwinden sie jedoch im Mesenchym und können von den benachbarten Mesenchymzellen nicht mehr unterschieden werden. Dieses Verschwinden findet nach Goronowitsch vor Beginn der Differenzierung der Ganglienanlagen statt. Zweitens erscheint als wichtiger Beweis die Anteilnahme des Mesenchyms an der Bildung der Ganglienanlagen. Letzteres schliesst Goronowitsch aus dem Fehlen einer scharfen Grenze zwischen Ganglienanlagen und Mesenchym und dem Vorhandensein eines Ueberganges der Zellen beider Gewebe ineinander, der sich auf Schnitten an allen Seiten der Ganglienanlagen beobachten lässt. Einen ähnlichen Uebergang konstatiert Goronowitsh auch zwischen dem Mesenchym und den Zellen der Ektodermdistrikte, welche bei der Bildung der Kiemenspalten zerfallen, und deren Zellen, seiner Meinung nach, zur Bildung der unteren Anhäufungen der lateralen Stränge dienen.

Die Anteilnahme des Mesenchyms an der Bildung der Nervenanlagen sieht Goronowitsch noch in den bedeutenden Dimensionen dieser Anlagen, welche seiner Meinung nach nicht durch die Ganglienleistenzellen allein veranlasst werden kann. Das dritte Argument endlich das Goronowitsch als das entscheidenste anzusehen scheint, besteht in der bedeutenden Entwickelung der Ganglienleisten in der Region des Mittelhirns, wo sich nach seinen Beobachtungen keine grossen Ganglien bilden. Diesen letzteren Umstand betrachtet Goronowitsch als einen der wesentlichsten, als Anzeichen der völligen

Unabhängigkeit der Ganglien von den Ganglienleisten. Betrachten wir diese Argumente kritisch und zwar in der obigen Reihenfolge.

Das Studium des Auftretens und Verschwindens solcher Zellen, die, wie die Ganglienleistenzellen, sich auf den zu untersuchenden Schnitten nur durch so relativ genaue Merkmale unterscheiden lassen, die, wie schon gesagt, von dem Winkel zwischen der Schnittebene und der Längsaxe der Zelle abhängen, verlangt grosse Vorsicht. Im gegebenen Falle sind wir der Möglichkeit beraubt uns irgend welcher spezifischen Handgriffe zu ihrer Herausdifferenzierung zu bedienen und können die eine oder andere Schlussfolgerung nur aus der Summe der diese Erscheinung begleitenden Tatsachen ziehen, uns keineswegs aber auf einen einzelnen Umstand—das Verschwinden dieser Zellen auf unseren Schnitten, stützen.

In der Tat hängt die Gestalt des Schnittes durch eine spindelförmige Zelle so bedeutend von dem Winkel zwischen Längsaxe und Schnittebene ab, dass es ganz unmöglich wird, von einer Neubildung oder einem Verschwinden solcher Zellen zu sprechen, besonders wenn wir es, wie in diesem Fall, mit einzelnen Zellen zu tun haben, welche unter kugeligsternförmigen Zellen verstreut sind, die auf Schnitten, wie in der Proektion, eine unregelmässige Sternform zu besitzen scheinen, welche völlig mit den Umrissen einer kantigen spindelförmigen Zelle im Querschnitt übereinstimmt. Bei Vermischung der Ganglienleistenzellen mit dem Mesenchym beobachten wir gerade in grossem Umfange eine Veränderung der Richtung der Schnittebene durch spindelförmige Zellen. Während bei Beginn dieses Prozesses der gröste Teil der Zellen eine parallele, mit der Schnittebene der Querschnitte übereinstimmende Anordnung der Längsaxen zeigt, so dass wir dieselben deutlich unterscheiden können—büssen in späteren Stadien diese Zellen, nachdem sie sich mit denen des Mesenchyms vermischt haben, jegliche regelmässige Lagebeziehung zueinander ein und die Anzahl der auf den Querschnitten hervortretenden Zellen vermindert sich wesentlich und verschwindet gänzlich in den Distrikten zwischen den Ganglienzellen zur Zeit der intensivsten Konzentration ihrer Elemente zu Ganglienanlagen. Unbestimmtere Merkmale, so die Grösse des Kerns, intensive Färbungsfähigkeit, welche gleichfalls von der Richtung der Schnittebene

durch die Zelle [1]) abhängen, gehen dabei gänzlich verloren. Grössere Aufmerksamkeit verdient die Färbungsfähigkeit, als ein Merkmal, welches scheinbar von spezifischen Eigenschaften der Zelle abhängen könnte und dessen Verschwinden als entscheidendes Argument angesehen werden könnte; doch weisen meine Beobachtungen, wie schon gesagt, darauf hin, dass dieser Umstand eher mechanischen Ursachen zuzuschreiben ist. Sehr wichtig ist noch dazu, dass die Spindelform der Ganglienleistenzellen ihre höchste Entwickelung zur Zeit ihrer vollständigen Vermischung mit dem Mesenchym erreicht. Die anfangs unregelmässige Zellform wird zu dieser Zeit in die Spindelform umgewandelt. Es scheint mir höchst wahrscheinlich, dass dieser Umstand auf die Existenz einer Bewegung der Zellen hinweist, deren Typus sich den amöboïden Bewegungen der Zellen nähert.

Wie schon gesagt, verschwinden die Ganglienleistenzellen auf Querschnitten nach meinen Beobachtungen gleichzeitig mit dem Auftreten der Ganglienanlagen, und nicht früher, wie Goronowitsch meinte; ganz parallel der Verminderung der Anzahl der Ganglienleistenzellen wird eine energische Ausstossung von Zellen in den Periaxialsträngen beobachtet, welche den ersteren, allen Anzeichen nach, völlig analog sind. Dieser Unterschied in der Beobachtung hängt, wie mir scheint, von zweierlei Umständen ab, und zwar von

[1]) Die ursprüngliche intensive Färbungsfähigkeit hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass die Ganglienleistenzellen zusammengepresst sind, da sie bei deren Trennung voneinander sogleich verschwindet, und an ihre Stelle die Abhängigkeit der Färbungsfähigkeit von der Schnittflächenrichtung durch die Zelle tritt. Letzteres beweist der Umstand, dass intensiv gefärbte Ganglienleistenzellen sich stets der Spindelform nähern, ungeachtet der Richtung der Schnittebene durch das Embryo, und dass dabei eine sehr geringe Anzahl von Zellen auf den Schnitten differenziert erscheint. Wenn wir noch bemerken, dass wir dabei nur solche Leistenzellen sehen, welche der Längsaxe entlang durchschnitten sind, aber keine solchen, die der Schnitt quer getroffen hätte, so bekommen wir, wenn wir alle, auf verschieden gerichteten Schnitten beobachteten Zellen summieren, eine sehr bedeutende Anzahl von Zellen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die intensive Färbungsfähigkeit des verdickten Ektoderms und speziel des Neuralrohrs anfangs ausschliesslich von der nämlichen Zusammenpressung der Zellen und der infolgedessen grösseren Dichtigkeit ihres Plasma abhängt, welches die Farben deshalb energischer anzieht. Diese Auffassung wird sowohl in Bezug auf das Ektoderm als auch auf die Ganglienleisten durch die Struktur der Zellen vollständig bestätigt.

der Verschiedenheit der Färbungsmethoden des Materials und von der abweichenden Auffassung der Klassifikation der Embryonen nach den Somiten, welche Goronowitch als unzweifelhaft genau ansieht, und welche, wie oben bereits gesagt, eine bedeutende Verwirrung in unsere Begriffe im Momente des Ausfalls der vorderen Somiten, oder, mit anderen Worten, des Auftretens der vorderen rudimentären Somiten Platt's und Goronowitsch's veranlasst.

Alle diese Betrachtungen können auch auf die Charakteristik der Beziehungen der Ganglienanlagen zu den umliegenden Geweben bezogen werden. Auch hier sehen wir wie im vorigen Fall dieselben spindelförmigen Zellen, welche ebenso durch dieselben unsicheren Merkmale charakterisiert werden, welche von der Richtung der Schnittfläche abhängen.

In den Fällen, wo die Ganglienleisten entweder infolge der Somitenbildung oder infolge ihrer eigenen verspäteten Entwickelung als kompakte Masse erhalten bleiben (wie z. B. im zweiten Paar der Periaxialstränge) ist ihre Anteilnahme an der Ganglienbildung ganz unzweifelhaft; nur in den Fällen (wie z. B. bei Entwickelung des ersten Paars der Periaxialstränge, des R. ophtalmicus n. trigemini), wo wir es ausschliesslich mit der Konzentrierung der zerstreuten spindelförmigen Zellen zu tun haben, welche den beim Zerfall der Ganglienleisten beobachteten Verhältnissen ganz analog, nur in umgekehrter Reihenfolge, erscheint, kann in der Tat immer die Voraussetzung Platz finden, dass wir eine Neubildung dieser spindelförmigen Zellen im Mesenchym vor Augen haben. Doch der Vergleich mit den übrigen Anlagen und die unstreitbare Anteilnahme der Ganglienleisten an ihrer Bildung veranlassen mich diese Annahme als ganz ungerechtfertigte Ausnahme zu verwerfen. In der Tat, wenn wir das bei der Entwickelung dieser Ganglienanlagen beobachtete Bild betrachten und die Existenz eines Ueberganges beider Gewebe ineinander im zweiten Paar der Periaxialstränge analysieren, so können wir leicht zu der Einsicht kommen, wie unsicher die Argumente sind, welche aus einem solchen Bilde die Umbildung der spindelförmigen Zellen aus Mesenchymzellen und den Anschluss dieser sich bildenden Zellen an die hinteren Paare der durch die Ganglienleisten präformierten Stränge folgern.

Wenn wir uns aus der allgemeinen Beschreibung die charakteristischen Merkmale der sich konzentrierenden Anlage irgend eines

Ganglions des Trigeminus, besonders seines Ramus ophtalmicus, ins Gedächtniss zurückrufen, so werden wir sehen, dass die Ursache, welche sie 'gleich von Anfang an auszeichnet und ihnen das typische Ansehen eines intensiv gefärbten Nebelflecks verleiht, im Vorhandensein grosser spindelförmiger Zellen, welche völlig mit den typischen Ganglienleistenzellen übereinstimmen, besteht.

Die anfangs spärlich verstreuten Zellen nehmen allmählich an Zahl zu. Je grösser ihre Zahl wird, desto schärfer tritt die nebelige Ganglienanlage hervor. Ganz bestimmt geformte Zellen kommen grösstenteils im Zentrum vor, wo sie dank ihrer kompakteren Anordnung eine Art Kern bilden, während weiter vom Zentrum entfernt, entsprechend ihrer geringeren Anzahl, sich Uebergangszellen zur Sternform beobachten lassen, welche den Elementen des umringenden Mesenchyms eigen ist. Erst später, wenn sich die Anlagen der Axenzylinder zu differenzieren beginnen, verschwinden diese Uebergangsformen, obgleich das typische Bild der im Mesenchym verstreuten Zellen der Anlage um diese Zeit noch erhalten bleibt. Einem analogen Bild begegnen wir in den Anlagen des zweiten Paares der Periaxialstränge, nur mit dem Unterschied, dass hier der Zentralkern zweifellos von Ganglienleistenzellen gebildet wird.

Sowohl dort, als auch hier ist die Existenz dieses Ueberganges leicht begreiflich, wenn wir bedenken, dass wir es bei unserer Untersuchung mit Schnitten zu tun haben, d. h. also nur mit Abbildungen von Zellendurchschnitten, und dass also falls spindelförmige Zellen vorkommen, der Winkel zwischen Schnittebene und Längsaxe einen entscheidenden Einfluss hat. In den Zentralteilen der Anlagen, wo wir entweder solchen Zellen begegnen, die ihre primitive Anordnung beibehalten, oder solchen, die sich gleich anfangs abgesondert und schon früher eine zu einander regelmässige Stellung eingenommen haben, müssen wir natürlich erwarten typische Zellen in grösster Anzahl und gar keine Uebergangszellen zu denselben anzutreffen; und umgekehrt, je weiter vom Zentrum, desto mehr werden wir solchen Zellen begegnen, die noch nicht Zeit gehabt haben, sich den zentralen parallel anzuordnen, und die deshalb auf Querschnitten in den mannigfaltigsten Uebergangsstadien erscheinen, je nach der Stellung, die sie der Schnittebene gegenüber einnehmen. Die Dauer dieses Prozesses und die allmähliche Konzentration des Nebelflecks zum Zentrum sprechen direkt für

diese Erklärung. Andererseits würde die Umwandlung der Mesenchymzellen zur Peripherie hin und die stets beobachtete Erhaltung derselben in ihrer vollständigen, typischen Form im Zentrum ganz unerklärlich sein, wenn ihre Zellen eine Umwandlung erlitten. Ausser diesem Konzentrationsprozess der Ganglienleistenelemente, welcher vollkommen die typische Struktur der Ganglienanlagen in Form von Nebelflecken mit Uebergangszellen an der Peripherie und einer offenbaren allmählichen Verdichtung der Anlage erklärt, ebenso wie die Differenzierung dieser Anlagen gleichzeitig mit dem Schwinden der Ganglienleisten in den Regionen, wo die Ganglienanlagen nicht zur Ausbildung gelangen, spielt noch eine Erscheinung, die ich mehrmals erwähnte, eine bedeutende Rolle, nämlich das Herabsinken der Strangzellen, bei welchem die lateralen Zellen teilweise aus ihrer den Zentralzellen parallelen Lage gebracht werden müssen und infolgedessen im unteren Teile des Stranges sich eine Anhäufung unregelmässig angeordneter Zellen bilden muss, was wir in der Tat auch an allen Periaxialsträngen beobachten. Alle diese Betrachtungen, welche hier nur als mehr oder weniger den Tatsachen entsprechende Erklärungen erscheinen, werden durch die Ergebnisse der Entwickelungsgeschichte der Ganglienleisten der Occipitalregion uud des Rumpfes, wo die Somiten erhalten bleiben, und die Beobachtungen infolgedessen eine bedeutende Genauigkeit zulassen, vollständig gerechtfertigt. Indem ich nun zu dem folgenden Argument Goronowitsch's übergehe, muss ich bemerken, dass, meiner Ansicht nach, alle Befunde, welche ihn davon überzeugten, dass die Ganglienleistenzellen sich in Mesenchymzellen umwandeln, und letztere in Zellen der Ganglienanlagen,—dadurch erklärt werden, dass er die Objekte ausschliesslich an Schnitten studierte.

Die unverhältnissmässigen Dimensionen der Ganglienleisten und der Ganglienanlagen sprechen nach Goronowitsch's Meinung zu Gunsten des Anschlusses von Mesenchymzellen. In frühen Stadien der embryonalen Entwickelung ist aber dieses Merkmal sehr unsicher und daher schwierig anzuwenden; ausserdem ist es von Goronowitsch bedeutend überschätzt worden, da er das Sinken der Ganglienleistenzellen ausser Acht lässt. Dieser Vorgang verursacht eine beträchtliche Massivität der unteren Strangteile, während die oberen dementsprechend dünner werden. Es findet nur eine gewisse Versetzung statt, welche auf den ersten Blick den Eindruck einer

kolossalen Wucherung der Periaxialstränge erweckt. Wenn wir diesen Umstand beachten, so erscheint die wirkliche Vergrösserung der Stränge gar nicht so bedeutend und erlaubt uns nicht die Möglichkeit ihrer Bildung auf Kosten der Ganglienleisten zu bezweifeln.

Goronowitsch's drittes Argument, nämlich sein Hinweis auf die bedeutendere Entwickelung der Ganglienleisten in dem Kopfabschnitt, wo keine grossen Ganglien sich entwickeln, das heisst in der Region des Mittelhirns, ist nach meinen Beobachtungen nicht ganz richtig.

Erstens lässt sich die verhältnissmässige Grösse der Leisten hier sehr schwer feststellen, da dank der allmählichen Bildung derselben die in der Region des Mesencephalon befindlichen Leisten sich später als die hinteren prootischen bilden; wenn die ersten ihre höchste Entwickelung erreichen, haben sich die letzten schon mit dem Mesenchym vermischt und ihre entsprechenden Dimensionen an demselben Embryo haben sich unserer Berechnung entzogen. Was die Grösse der Leisten in der Region des dritten Ventrikels anbetrifft, so scheint es mir, dass Goronowitsch dieselbe hier bedeutend überschätzt, indem er die durch die Leistenzellen eingenommene Fläche als Masstab für die Anzahl derselben annimmt. Im gegebenen Falle ist dieses Kriterium durchaus unrichtig, da die Leistenzellen hier in Vergleich zu denen der hinteren Leisten im entsprechenden Entwickelungsstadium sehr verstreut liegen und eine, im Verhältniss zu ihrer Anzahl, grosse Fläche einnehmen. In diesem Verstreutsein über eine grosse Fläche und der bedeutenderen Senkung im Vergleich zu den hinteren Leisten können wir vielmehr eine seltene Uebereinstimmung mit der Lage der hier sich entwickelnden Ganglien, nämlich des Ganglion R. ophtalmici und des Ganglion ciliare, erblicken, ebenso wie auch mit den Verschiebungen, welche die Anlagen der letzteren infolge der Hirnbeugung in dieser Region erleiden müssen.

Zweitens erscheint mir der Hinweis Goronowitsch's darauf, dass sich hier kein einziges grosses Ganglion entwickelt, unverständlich. Die ganze Masse des Ganglion Rami ophtalmici legt sich an den Seiten des Mesencephalon an; ausserdem entwickelt sich hier noch das Ganglion ciliare, und das erste dieser Ganglien steht wohl keinem andern an Grösse nach. Bemerkenswert erscheint vielmehr,

wie schon gesagt, die Uebereinstimmung, welche zwischen der Lage der Ganglienleisten und der Entwickelung dieser zwei Ganglien herrscht, von denen das eine an der Ventralseite des Gehirns, das andere anfangs längs dem Gehirne, als ein seiner Länge nach ausgezogener Nebelfleck, dessen distales Ende sich späterhin nach unten senkt, auftritt; überhaupt sprechen diese Umstände viel eher zu Gunsten einer vollständigen Abhängigkeit der Ganglienleisten und Ganglienanlagen voneinander.

Ausser dieser Hauptprozesse, welche in direkter Beziehung zur Entwickelung und dem weiteren Schicksal der Ganglienleistenzellen stehen, führt Goronowitsch noch einen, wenn auch indirekten, aber wesentlichen Beweis an, was mich veranlasst, denselben näher zu betrachten. Ich meine die von Goronowitsch bei Embryonen konstatierte Migration von Ektodermzellen in das Mesenchym vor Entwickelung der Leisten. Aus dieser Tatsache schliesst Goronowitsch auf das Fehlen einer Differenzierung zwischen den Zellen beider Gewebe und auf die Unmöglichkeit, demzufolge, eine derartige spezifische Bedeutung der Ganglienleistenzellen zuzugeben. Wie ich schon im allgemeinen Teil bemerkte, wird in der Tat vor dem Auftreten der Ganglienleisten eine Umdifferenzierung im Ektoderm beobachtet, welche mit dessen Auflockerung und stellenweise wohl mit dessen Zerfall im Zusammenhang steht. Doch findet dieser Prozess vor der Entwickelung der Ganglienleisten statt, und zwar in den Kopfabschnitten des Embryos, wo die Ganglienleistenzellen in die lateralen Höhlungen geraten und lange Zeit über vom Mesenchym völlig isoliert bleiben. Die von Goronowitsch angeführten Fälle betreffen Erscheinungen ganz anderer Art, nämlich den Ausfall von Ektodermzellen ins Mesenchym am vorderen Ende des Embryos; dieser Ausfall hat, wie dieser Forscher auch angiebt, einen den Differenzierungserscheinungen des Ektoderms in frühen Stadien ganz analogen Charakter, wie auch aus seinen Abbildungen deutlich hervorgeht.

Abgesehen von der Unmöglichkeit irgend einen Schluss über den Differenzierungsgrad der Gewebe der Zentralteile des Embryos nach dessen vorderem oder hinterem Ende zu ziehen, nähern sich alle von Goronowitsch angeführten Fälle, ihrem allgemeinen Charakter nach, dem typischen Bild, welches sich bei der Differenzierung des Ektoderms beobachten lässt, weshalb sie alle eine einander entge-

gengesetzte Auslegung gestatten, und zwar kann man die hier beobachteten Uebergangszellen als letzte sich ins Ektoderm einbettende Elemente auffassen. Das Vorhandensein im Ektoderm, neben Zellen, welche sich im Uebergange von demselben zum Mesenchym befinden, solcher, die sich durch mitotische Teilung vermehren, kann ich nicht als genügenden Nachweis der Migrationsrichtung anerkennen, da derartige Zellen im Ektoderm überall verstreut vorkommen, und zwar auch dort, wo ähnliche Uebergangszellen gar nicht angetroffen werden.

Es scheint mir viel richtiger die am vorderen Ende des Embryos beobachteten Uebergangszellen als letzte Ueberreste der in den Zentralteilen des Embryos schon beendeten Bildung des Ektoderms aus indifferenten Embryonalzellen anzusehen, welche in der frühsten Entwickelungsperiode einen kolossalen Umfang annimmt, wie es aus der Beschreibung dieses Vorganges im allgemeinen Teile ersichtlich st. Ich halte es daher für unmöglich auf Grund der Fortdauer dieses Prozesses im vorderen Kopfabschnitt irgend welche Schlüsse über den Grad der Gewebedifferenzierung in den Zentralteilen des Embryos zu ziehen, besonders da dieser Prozess hier bereits lange vor Erscheinen der ersten Spuren der Bildung der Ganglienleisten beendet ist.

So können denn die Argumente, welche gegen die Anteilnahme der Ganglienleisten an der Entwickelung der Ganglien angeführt wurden, nicht für genügend gelten. Ausser allen oben angeführten Erwägungen sprechen gegen diese Argumente noch die Daten der Entwickelungsgeschichte der Ganglien bei andern Klassen der Wirbeltiere, wo sich, dank gewissen spezifischen Eigenschaften der Ganglienleistenzellen, ihr Schicksal viel vollständiger als bei den Vögeln verfolgen lässt.

Fassen wir die hauptsächlichsten Daten der Entwickelungsgeschichte der Ganglienleisten zusammen, so kommen wir zu dem Schluss, dass sie an der Bildung der Ganglien Anteil nehmen. Zum Teil mechanischen Ursachen [1]) bei der Bildung des Neuralrohrs zu

---

[1]) Besonders deutlich tritt der spezifische Charakter der Ganglienleistenzellen im Rumpfe zu tage, wo wir es ausschliesslich mit aus den Gehirnwandungen ausgestossenen Zellen zu tun haben. Dieser Prozess scheint von keinen mechanischen Ursachen abzuhängen. Sein Zusammenhang mit der Bildung des

einer Zeit, wo die Gewebedifferenzierung bereits bis zu einem gewissen Grade deutlich ausgeprägt ist, ihre Entstehung verdankend, bewahren die Ganglienleisten ihre spezifischen Eigenschaften bei der darauf folgenden Vermischung mit dem Mesenchym, wozu die dauernde Isolation der Nervenzellen vom Mesenhym beiträgt, welche an den Zellen der zuerst entstehenden Leisten besonders deutlich ist, wo die Gewebedifferenzierung noch nicht weit vorgeschritten ist; endlich tragen sie zur Bildung der Ganglien bei, indem sie sich wieder an bestimmten Stellen zu deren Anlagen gruppieren. Ob bei letzterem Vorgang alle Ganglienleistenzellen verbraucht werden, oder ob ein Teil derselbsn überschüssig bleibt und zur Bildung anderer Gewebe dient, worauf sich in der Litteratur Hinweise finden, lässt sich nicht verfolgen, und es ist mir nicht gelungen in der Entwickelung des Hühnerembryons irgend welche Daten zur Entscheidung dieser Frage zu finden.

Die Anteilnahme der Ganglienleistenzellen an der Bildung der Ganglien tritt nicht überall mit derselben Deutlichkeit hervor: während dieselbe an den Rückenmarksganglien, denen des Vagus, Glossopharyngeus, Acusticus und Facialis mit völliger Klarheit zu tage tritt, erregt die Mitwirkung der Leistenzellen an der Bildung des Trigeminus und, besonders, des Ganglion ciliare ernsten Zweifel.

Doch ist die Übereinstimmung im Charakter der Lage der Ganglienleisten sowohl in der Entwickelungsregion dieser Ganglien, als auch in den übrigen Teilen des Embryos mit den charakteristischen Zügen der Entwickelung und Lage der Ganglien eine so bedeutende, dass die Präformation der Ganglien durch die Leistenzellen nicht bezweifelt werden kann. Es genügt, wenn wir die Lage der Rückenmarksganglien und der Leisten des entspechenden Distriktes in Betracht ziehen und die Ganglien des Vagus und Glossopharyngeus der ersten Entwickelungsperioden mit der Entwickelung der Ganglienleisten der entsprechenden Regionen vergleichen. Alle diese Daten sprechen deutlich für die Anteilnahme der Ganglienleisten an der Entwickelung der Ganglien, wobei sie sowohl als die Ganglienanlagen präformierende Zellen, welche später deren Struktur-

---

verdünnten Hirndaches kann auf zweierlei Art gedeutet werden, und im Ausfall dieser Zellen können wir den Ursprung der Bildung des Daches erblicken.

elemente, Schwan'sche Scheiden u. s. w. bilden, als auch als Elemente auftreten, welche sich später zu deren Ganglienzellen entwickeln.

Nachdem wir nun im Allgemeinen das Hauptelement festgestellt haben, welches zur Bildung der Ganglien dient, gehe ich, um die Einzelheiten zu schildern, zur Formulierung der Entwickelung der einzelnen Nerven und zur Vergleichung der sie unterscheidenden Züge ihrer Entwickelung über. Da die motorischen Nerven eine bedeutende Anzahl gemeinsamer Züge aufweisen, fasse ich deren Beschreibung in eine Gruppe zusammen, und werde die einzelnen Nerven nur soweit berühren, als sie charakteristische Züge aufweisen, welche einige Kopfnerven dieser Art scharf auszeichnen. Was die Gangliennerven anbetrifft, so wird ein derartiges Zusammenfassen, wie wir weiter unten sehen werden, nur nach aufmerksamem Studium eines jeden einzelnen möglich. Zur Betrachtung der charakteristischen Züge jedes einzelnen Nervs gehe ich nun über und beginne der Bequemlichkeit halber mit der Beschreibung des Nervs des ersten Paares.

Die Entwickelung des Riechnervs verläuft bei den Vögeln sehr eigenartig und eröffnet uns das Verständniss anderer Gangliennerven. Dieser Nerv tritt anfangs als Ausstülpung des Ektoderms am Boden des Riechgrübchens auf, welches eine kompakte Papille bildet, die in der Richtung der Medianlinie des Gehirnes vorwächst, wobei sie sich nach vorwärts und nach oben zur Basis der Hemisphären richtet, welche sich zu differenzieren beginnen. Die Zellen dieser Papille bilden später ein vom Ektoderm abgesondertes Knäulchen, und es entsteht daraus eine Art rudimentäres Ganglion des Riechnervs, welches später verschwindet. Die Elemente dieses Ganglions zerfliessen dabei längs dem Nerv als Begleitzellen. Eine diesem Ganglion entsprechende Bildung kann bei Haien nachgewiesen werden, wo Locy als Nervus terminalis einen eigenartigen Nerv erkennt, der bei Selachiern ein oder zwei Ganglien trägt, neben der Medianlinie das Gehirn verlässt und sich den Filamenta olfactorii parallel entwickelt, wie es scheint auf Kosten der Zellen von Riechplakoden und Ganglienleisten, wobei er sich von den letzteren durch seine Richtung scharf unterscheidet.

Die Differenzierung der Ektodermpapille in ein Ganglienknäulchen ist mit der Umordnung ihrer Zellen und Veränderungen in deren Struktur verbunden, welchen wahrscheinlich dieselben Ursa-

chen zu Grunde liegen und welche in derselben Richtung vor sich gehn, wie die Veränderungen der Ektodermzellen bei der Entwickelung der Ganglienleisten; diese Differenzierung tritt erst ein nachdem die Papille schon ziemlich bedeutend angewachsen ist. Letztere erscheint ungefähr gleichzeitig mit der Bildung der epibranchialen Plakoden.

Die weitere Entwickelung des Nervs verläuft in derselben Richtung von der Peripherie zum Zentrum.

Bald nach Differenzierung der Ganglienanhäufung ziehen sich die Fortsätze ihrer Zellen zu Plasmafasern aus.

Am vorderen Ende der Papille gruppieren sich diese Fasern in ein Bündel, welches den plasmatischen Faserbündeln ganz analog ist, die sich bei der Entwickelung anderer Nerven, besonders deutlich bei der Entwickelung der motorischen Nerven, beobachten lassen.

Die Bildung dieser Fasern auf Kosten der Zellfortsätze des Ganglienknäuels und hauptsächlich auf Kosten der Ektodermzellen des Riechgrübchens, ohne jegliche Teilnahme der Gehirnzellen und der Mesenchymelemente, tritt hier äusserst deutlich zutage, da diese Fasern anfangs in gar keiner Beziehung mit dem Gehirne stehen und sich ausschliesslich am Gipfel der Papille gruppieren.

Ausserdem lassen sich keinerlei Veränderungen in der Gehirnwand erkennen, weder in den der Papille benachbarten Teilen, noch in der Region, wo später diese Fasern eindringen. Der letzte Umstand ist von grosser Bedeutung, da, wie wir später sehen werden, an allen Stellen, wo die Fasern sich aus den Fortsätzen der Gehirnzellen entwickeln, in der Nähe dieser letzteren stets eine entsprechende Differenzierung des Hirngewebes stattfindet, welche die Abschnitte, wo diese Zellen sich befinden, scharf unterscheidet.

Anfangs führt dieses Faserbündel keine Begleitzellen, welche erst später bei Zerstreuung der Zellen der gangliösen Anhäufungen längs diesem Bündel auftreten. Ob die Anhäufungen in der Tat den Begleitzellen den Ursprung geben, lässt sich nicht nachweisen.

Diese Fasern dehnen sich allmählich in der Richtung der späteren Wurzeln des Olfactorius aus, halten sich dabei an die Gehirnwand und ordnen sich ihr entlang an, jedoch ohne jede merkliche Kommunikation mit dem Gewebe derselben; endlich betten sie sich in das Hirn in einzelnen Bündeln in einiger Entfernung voneinander neben der Medianlinie ein. Letzter Umstand ist für

sie ebenso typisch, wie für den Terminalis der Haifische. Das nächste Stadium, welches die Entwickelungsgeschichte dieses Nervs abschliesst, besteht im Zerfall der gangliösen Papille, welche sich in Form von Begleitzellen allmählich längs dem sich gleichzeitig in einzelne Gruppen teilenden Hauptfaserbündel des Olfactorius zerstreut. Diese Teilung findet ausschliesslich in dem Abschnitt des Nervs statt, welchen die Papille einnimmt und erreicht keinen bedeutenden Umfang.

Später wird der Eintrittspunkt der Fasern in die Lobi olfactorii konzentriert, wobei die Primärfasern allmählich durch diejenigen, welche in den Lobi olfactorii enden, absorbiert werden.

Die Entwickelungsphasen des Riechnervs treten bei den Vögeln so deutlich zutage und lassen die ausschliessliche Beteiligung des Ektoderms des Riechgrübchens dabei so scharf hervortreten, dass in dieser Hinsicht gar keine Zweifel aufsteigen können, besonders, da die für die andern Nerven bezeichnenden Konzentrationsprozesse hier das allgemeine Bild nicht im mindesten verdunkeln.

Der nächstfolgende Nerv, der Sehnerv, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe, bietet die grössten Eigentümlichkeiten in seiner Entwickelung dar. Ich werde mich nicht bei der Entwickelung der Augenblasen und ihrer Stiele, welche die Sehnerven präformieren aufhalten, sondern werde nur gewisse eigenartige Erscheinungen betrachten, welche die Entwickelung der das Chiasma bildenden Fasern dieses Nervs begleiten.

Eine bedeutende Rolle in der Bildung dieser Kreuzung und in der Umdifferenzierung der Augenstiele in Nerven spielt der grosse unpaare Kern, welcher sich an der Ventralseite des Gehirns zwischen Hypophyse und dem Abgangspunkt der Stiele befindet. Die ersten Nervenfasern scheinen teilweise durch diesen Kern gebildet zu werden. Neben demselben entwickelt sich eine ansehnliche Masse von Spongiose, welche anfangs die Augenstiele umhüllt und später durch Nervenfasern, welche sich aus der Retina entwickeln, ersetzt wird.

Die allmähliche Entwickelung der Spongiose von der Stelle, wo der Kern liegt, den Augen zu ist bei den Vögeln sehr deutlich ausgeprägt. Es ist interessant zu bemerken, dass bei einigen andern Klassen, wie z. B. bei den Amphibien, die Fasern der Retinazellen von Anfang an vorzuherrschen scheinen, und die Umdifferenzierung

der Stiele in der Richtung vom Auge zum Hirne stattfindet; damit steht der Umstand im Zusammenhange, dass wir bei denselben nur eine einfache Kreuzung der Fasern, keineswegs aber ein kompliziertes Chiasma wie bei Vögeln antreffen.

In welchem Grade der Kern an der Ausbildung der definitiven Nervenfasern teilnimmt und ob die Fasern seiner Zellen sich überhaupt zu Axencylindern entwickeln, konnte ich nicht feststellen, und ist dies beim gegenwärtigen Stande der Technik wohl auch kaum möglich. Ebenso schwer ist es zu sagen, ob die Spongiose, welche, soviel sich verfolgen liess, unter Mitwirkung des unpaaren Kerns gebildet wird, nur als leitendes Gewebe auftritt, oder ob sich ein Teil ihrer Fasern zu Nervenfasern ausbildet. Auf Grund der im allgemeinen Teil angeführten Argumente bin ich persönlich der letzteren Meinung und denke, dass ein gewisser Teil ihrer Fasern durch mechanische Ursachen verworrene Fortsätze der Ganglienzellen darstellt und folglich zur Bildung der Nervenfasern dient.

Diese primären Fasern werden später durch solche ersetzt, welche aus den Ganglienzellen der Retina hervorwachsen. Möglicherweise wird ein Teil der Spongiose zur Bildung der Nervenscheiden verwandt. Zur Bildung der letzteren dienen wahrscheinlich auch die Zellen der Stiele, welche dabei bedeutend an Zahl abnehmen. Ohne mich länger bei dieser Frage aufzuhalten, schliesse ich die Beschreibung dieses Nervs mit einem Hinweis auf die zwei Hauptelemente ab, welche an seiner Entwickelung teilnehmen: dies sind erstens—die Retinazellen, welche die Hauptmasse der Axenzylinder des Nervs bilden, und—zweitens die Zellen des unpaaren Kerns, welchen das Chiasma seine Entstehung verdankt, und die, wie es scheint, einigen Anteil an der Bildung des Nervs, wahrscheinlich nur an der Entwickelung eines gewissen Teils seiner Primärfasern, nehmen. Wahrscheinlich bildeten die Elemente des Kerns ein motorisches Zentrum, welches die Scheindrücke realisierte. Bei weiterer Komplikation der Nerventätigkeit des Tieres gingen diese Funktionen zu den Lobi optici über, während der Kern selbst aber degenerierte und nur als einfacher embryonaler Faktor, welcher die Bildung einer so rätselhaften Erscheinung, wie das Chiasma des Sehnervs hervorrief, erhalten blieb.

Die Nerven des dritten und vierten Paares, von denen weiter bei der Beschreibung der motorischen Nerven die Rede sein wird,

lasse ich jetzt unbeachtet, und gehe zum Trigeminus über. Bei der Schilderung der Entwickelung dieses Nervs werde ich die Entwickelung seiner beiden Aeste einzeln betrachten müssen, da sich dieselben auf sehr verschiedene Weise bilden.

Die Bildung des Ramus Ophtalmicus muss, wie es scheint, ausschliesslich der Konzentration der Ganglienleistenelementen zugeschrieben werden, welche sich über der mittleren Hirnblase gebildet haben. Es lassen sich keinerlei supplementäre Faktoren von irgend welcher Bedeutung bei der Entwickelung dieser Ganglienanlage erkennen. Bemerkenswert ist nur das Vorhandensein von bedeutenderen Ektodermpapillen als in andern Regionen, deren jederseits eine bis zwei zur Anlage kommen.

Diese Papillen besitzen überhaupt dieselbe Struktur, wie die im Ektoderm überall gleichmässig verstreuten und unterscheiden sich dadurch sehr scharf von den epibranchialen Plakoden, die ich weiter unten erwähnen werde. Von andern Papillen unterscheiden sie sich durch ihre Grösse, welche die der übrigen um das doppelte bis dreifache übertrifft. Ihr konstantes Merkmal besteht darin, dass sie stets die Mesenchymschicht durchbrechen, welche zwischen dem Ektoderm und der sich differenzierenden Ganglienanlage liegt, und an ihrem Gipfel, welcher die Zellenmasse der Ganglienanlage berührt, in einzelne Zellen zerfallen. Diese Papillen lassen sich nur kurze Zeit über beobachten und verschwinden bald spurlos. Sie liefern eine so geringe Menge Strukturmaterials, dass ihre Bedeutung bei der Ganglienbildung als eine ganz minimale angesehen werden muss.

Die Konzentration der Ganglienleistenzellen, welche bei Entwickelung der Ganglienanlage des R. ophtalmicus stattfindet, werde ich jetzt nicht ausführlich betrachten, da ich derselben oben bereits mehrmals erwähnt habe; hier begnüge ich mich mit einem Hinweis auf die Hauptmomente dieses Vorganges. Derselbe nimmt, wie bereits gesagt, in der Anlage des R. ophtalmicus später seinen Anfang als im R. mandibularis, was augenscheinlich mit der grösseren Entfernung zwischen dem Bildungszentrum des ersteren und dem Orte der primären Bildung der Ganglienleisten im Zusammenhang steht, weshalb die Ganglienleisten, welche an der Entwickelung des R. ophtalmicus teilnehmen, den Distrikten, welche die Anlage des R. mandibularis bilden, in ihrer Differenzierung nachstehen und

noch lange nach Zerstreuung der letzteren ihre für die Ganglienleisten charakteristische Anordnung und Zellenform bewahren.

Anfangs wird dieser Prozess durch einen intensiv gefärbten Nebelfleck, welcher beinahe die ganze Entwickelungsregion der Ganglienleisten des Mesencephalon einnimmt, gekennzeichnet; im weiteren Verlauf giebt sich eine Verminderung dieses nebeligen Distriktes zu erkennen, welche sich allmählich zur Ganglienanlage des R. ophtalmicus verdichtet. Ein vollständiges Verschwinden der Ganglienleistenzellen in dieser Region vor Differenzierung des Nebelflecks wird nicht beobachtet, und so steht das Erscheinen dieses letzteren ziemlich deutlich mit der entsprechenden Verminderung der von freien Ganglienleistenzellen eingenommenen Fläche im Zusammenhange.

Die erhalten gebliebene völlige zeitliche Uebereinstimmung der Bildung des Ganglion mit dem Verschwinden der Leisten und die merklich gleichmässige Verzögerung beider Vorgänge spricht nocheinmal zu gunsten des innigen Zusammenhanges beider Bildungen.

Bei starken Vergrösserungen lässt sich an Längschnitten durch den sich differenzierenden Nebelfleck dasselbe Bild beobachten, wie bei der Vermischung der Ganglienleistenzellen mit dem Mesenchym, und zwar einzelne grosse, spindelförmige Zellen, welche sich unter den Mesenchymelementen durch ihre Grösse und intensive Färbungsfähigkeit auszeichnen. Der Unterschied besteht nur darin, dass die Zellen an Grösse und besonders an Länge ihrer Fortsätze, welche in lange Plasmafasern ausgezogen erscheinen, die Ganglienleistenzellen bedeutend übertreffen. Es ist sehr schwer zu sagen, ob diese Zellfortsätze Axencylinder bilden, oder ob sie den Scheiden der letzteren den Ursprung geben; ich halte es jedoch für sehr wahrscheinlich, dass ihre plasmatischen Fasern an der Bildung der ersteren Anteil nehmen. Dafür zeugt der, so viel sich feststellen lässt, noch zu der Zeit, wenn die Fasern des peripheren Abschnittes des R. ophtalmicus sich bereits differenzieren, völlig unversehrte Zustand der Membrana limitans. Um diese Zeit ist zu beiden Seiten der Membrana eine einfache Spongiose, ohne merkliche gleichzeitige fibrilläre Struktur zu erkennen, was meiner Ansicht nach genügend für die Unversehrtheit der Membrana spricht. Soviel ich beobachten konnte, verwandelt sich beim Durchbruch der Membrana die spongiöse Struktur unverzüglich in eine parallelfeinfaserige.

Die Entwickelung des R. mandibularis ist viel komplizierter, was wesentlich mit der eigenartigen Beimengung motorischer Fasern des ventralen Kerns des entsprechenden Segments im Zusammenhang steht. Die Bildung dieser Fasern steht mit der Ausscheidung in den Gehirnwandungen an den Nervenwurzeln typischer Ganglienzellen, welche den ventralen Kernen eigen sind, die ich später bei Beschreibung der Entwickelung der motorischen Nerven erwähnen werde, im Zusammenhang; und sie ist es, die Goronowitsch irregeführt hat, der eben in diesen Zellen Ganglienzellen, die in das Ganglion des R. mandibularis einwandern, erblickt zu haben scheint [1]). Dazu trug noch die Anordnung dieser Zellen als einzelner grosser, in der Spongiose verstreuter Ganglienzellen bei, denn hier bilden sie schon keinen so dichten Kern, wie beim Oculomotorius, Trochlearis u. s. w. Dass gerade in diesen Zellen Goronowitsch seine migrierenden Elemente sieht, ersehe ich ausser aus seinen Abbildungen, welche ein für dieselben typisches Bild darstellen, noch daraus, dass dieser Forscher als Zeit ihrer Differenzierung den Moment des Durchbruchs der Membrana limitans angiebt, welcher in bedeutendem Masse, wie wir weiter unten sehen werden, unter dem Einflusse der dieselbe durchbohrenden Fasern veranlasst wird. Die Entwickelung dieser Fasern stimmt im Allgemeinen mit derjenigen anderer motorischer Nerven überein, von welcher sie sich nur dadurch unterscheidet, dass die Fasern die Ganglienmasse durchsetzen; ich lasse sie jetzt beiseite und gehe zur Entwickelung des eigentlichen gangliösen Teils des R. mandibularis über.

Wie schon öfters erwähnt, erscheint die Ganglienanlage des R. mandibularis gleichzeitig mit dem allmählichen Zerfall und Verschwinden des entsprechenden Distrikt der Ganglienleisten. Beim allmählichen Verschwinden der Leistenzellen, welches am Orte ihres ersten Erscheinens, etwas nach rückwärts vom Entstehungsorte der Ganglienanlage des Mandibularis, beginnt und sich von dort nach vor- und rückwärts fortsetzt, bleibt der Distrikt der Leisten in der Region

[1]) Es ist leicht möglich, dass einzelne motorische Zellen in das Ganglion einwandern, ähnlich den motorischen Neuroblasten anderer Kerne, welche, wie es scheint, zur Bildung der motorischen Elemente der sympathischen Ganglien migrieren. Jedenfalls aber müssen diese Elemente scharf von der Hauptmasse des Ganglions, welche von den sensiblen Elementen gebildet wird, die sich auf Kosten der Ganglienleistenzellen entwickelt haben, unterschieden werden.

der Anlage dieses Nervs teilweise erhalten und wird zum Attraktionszentrum für die Zellen des benachbarten Gebietes. Die zu diesem Zentrum hinstrebenden Zellen stellen, wie oben bereits gesagt, die Elemente der Ganglienleisten dar. Die Gründe dieser Meinung sind schon oben angeführt worden, und ich werde sie jetzt nicht wiederholen.

Der auf diese Weise gebildete Zellenstrang wird gewöhnlich unter dem Namen des ersten Paares Periaxialstränge unterschieden. Bei starker Vergrösserung erscheint die Struktur dieses Stranges auf Längsschnitten ungefähr derjenigen des R. ophtalmicus im Allgemeinen gleich; sie unterscheidet sich von letzterer nur durch sharf ausgeprägte Anordnung der grossen spindelförmigen Zellen in Form von Ketten, welche mehrere, deutlich von einander getrennte Reihen bilden. Diesem Grundprozess schliessen sich bald zwei supplementäre Faktoren an, welche wir bei der Entwickelung des R. ophtalmicus nicht angetroffen haben. Hier begegnen wir nämlich zum erstenmal einerseits der Bildung der Ganglienleisten zweiter Ordnung, welche sich den Gehirnwänden entlang ausdehnen, und andererseits der Bildung einer epibranchialen Plakode, welche einen bedeutenden Einfluss auf das mit ihrer Mitwirkung sich ausbildende Ganglion ausübt.

Die Rolle der ersten dieser beiden Bildungen beschränkt sich bei der Entwickelung des Ganglion R. mandibularis augenscheinlich auf Bildung eines sich der Gehirnwandung anschmiegenden Zellknäuels, welches in frühen Stadien scharf an der Bildungsstelle der Ganglienwurzeln hervortritt. Es ist sehr schwer zu sagen, welche Rolle dieses Knäuel in der Entwickelung des Ganglion R. mandibularis spielt, und es ist höchst wahrscheinlich, dass sich seine Bedeutung auf eine mechanische Einwirkung bei der Bildung der Verbindung zwischen Ganglion und Gehirn, von welcher weiter die Rede sein wird, beschränkt. Doch ist es möglich, dass die Zellen dieses Knäuels den Ganglienzellen den Ursprung geben, die Goronowitsch an der Basis des Ganglions unterscheidet und als aus dem Gehirne migrierte Zellen ansieht, eine Auffassung, gegen welche ich schon oben mich auszusprechen Gelegenheit hatte.

Weit bedeutender ist der Einfluss der epibranchialen Plakode auf die Bildung des Ganglions, obgleich, im Zusammenhang mit ihren im Verhältniss zu den übrigen Plakoden dieser Reihe geringeren

Dimensionen, ihr Einfluss auch schwächer als derjenige der letzteren ist. Wie schon gesagt, ist die Struktur der Plakode dieses Ganglions äusserst charakteristisch; wir sehen einen breiten Distrikt gleichmässig verdickten Ektoderms, ohne jede Spur von Papillen an der inneren Fläche, welcher später in seiner ganzen Ausdehnung die Membrana limitans gleichmässig einbüsst und dabei gewissermassen mit der um diese Zeit schon differenzierten Masse der Ganglienanlage verschmilzt; dadurch unterscheidet sich die Plakode scharf von den ektodermalen Papillen überhaupt, und besonders von denen, welche an der Entwickelung des Ganglion Rami ophtalmici Anteil nehmen, andererseits gewinnt sie dadurch viel Aehnlichkeit mit der Riechplakode und den hinteren Plakoden der epibranchialen Region. Von letzten unterscheidet sie sich besonders dadurch, dass sie sich hier ohne direkten Zusammenhang mit der Kiemenspalte bildet; dieser Unterschied kann aber bei völliger Uebereinstimmung der übrigen Merkmale nicht als wesentlich angesehen werden, um so mehr als die Veränderungen, welche in dieser Region mit der Bildung des Mundes bei den Wirbeltieren, der sich wahrscheinlich auf Kosten eines Paares der Kiemenspalten bildet, im Zusammenhange stehen, diesen Umstand vollkommen erklären können.

Da infolge der früheren Bildung die Zellenmasse, welche die Ganglienanlage des R. mandibularis bildet, geringer ist, und ihr Gewebe nicht so dicht, wie das der hinteren, zu den epibranchialen Plakoden in Beziehung stehenden Ganglienanlagen, so treten hier die Dimensionen der Plakode und ihre charakteristischen, allen Plakoden dieser Region eigenen, Merkmale anfangs viel schärfer hervor als an den übrigen Nerven.

So weit sich die Plakode des Trigeminus mit den übrigen Plakoden vergleichen lässt, steht sie ihnen in Bezug auf die Dimensionen der zerfallenden Fläche bedeutend nach, ebenso wie darin, dass die Verbindung mit der Ganglienanlage hier kürzere Zeit dauert. Inwiefern dieser Umstand das Ganglion beeinflusst, wird weiter unten zur Sprache kommen, wenn wir durch Betrachtung ihres Einflusses bei Bildung anderer Nerven eine vollständigere Vorstellung gewonnen haben werden. Wahrscheinlich muss diesen Erscheinungen der Umstand zugeschrieben werden, dass das Ganglion dem Gehirn dicht anliegt und sich nicht in einer gewissen Entfernung von demselben befindet, wie dies bei den entsprechenden hinteren Ganglien der

Fall ist. Uebrigens wird in späteren Stadien dieses Merkmal gewissermassen ausgeglichen.

Auf welche Art die Differenzierung der Nervenfasern in der Anlage des Ganglion R. mandibularis stattfindet, lässt sich so gut wie gar nicht verfolgen, abgesehen natürlich von der Bildung des motorischen Bündels, welches an der ventralen Seite des Ganglions verläuft. In diesem Punkte müssen wir uns mit indirekten Hinweisen begnügen. Einer der wesentlichsten ist hier wiederum, wie auch bei der Entwickelung des R. ophtalmicus, die Bildung der Spongiose an der Nervenwurzel ausserhalb der Membrana limitans, gleichzeitig mit der Bildung einer ebensolchen Spongiose im Gehirne.

Die Zellmasse des Ganglions, welche zwischen Gehirn und epibranchialer Plakode liegt, gestattet es nicht den Entstehungsprozess der Fasern an diesem Nerv zu verfolgen, ebensowenig wie dabei die Anteilnahme der verschiedenen Teile des Ganglions zu bestimmen; doch die Umordnung dieser Zellen, welche sich kettenartig von der Plakode zum Gehirne hinziehen, kann als gewisses Anzeichen der Wachstumsrichtung der Fasern angesehen werden, da sich die Zellen wahrscheinlich um diese Fasern herum gruppieren. Wenigstens steht eine analoge Umdifferenzierung im Facialis, so viel sich beobachten lässt, ausschliesslich mit der Bildung der Fasern im Ganglion dieses Nervs im Zusammenhange.

Das folgende Nervenpaar, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe, der Acustico-Facialis, teilt sich gleichfalls in zwei Ganglien, die jedoch in viel innigeren Beziehungen zueinander stehen, erstens da sie sich auf Kosten der Ganglienleisten derselben Region und sogar desselben Paares der von diesen Leistenzellen gebildeten Periaxialstränge, nämlich des zweiten, entwickeln, und zweitens da sie am Erwachsenen in engem Zusammenhang miteinander stehen.

Die Anteilnahme der Ganglienleisten an der Entwickelung dieses Nervs offenbart sich so deutlich, dass Goronowitsch, welcher prinzipiell sich gegen jegliche spezifische Bedeutung der Ganglienleistenelemente ausspricht, dennoch ihre Mitwirkung zugiebt, sie aber den Mesenchymzellen gleich stellt, welche die Ganglienanlage umgeben.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Beobachtungen dieses Forschers und den meinigen liegt, abgesehen davon, dass ich die

Anteilnahme des Mesenchyms als sehr problematisch ansehe, noch darin, dass wir den supplementären Faktoren, welche an der Bildung dieses Nervs beteiligt sind, eine verschiedene Bedeutung zuschreiben. Diese beiden Faktoren—die Ganglienleistenzellen zweiter Ordnung und die epibranchiale Plakode — haben hier eine weit grössere Bedeutung als bei der Entwickelung des vorherbesprochenen Nervs, und ihre verschiedene Gruppierung in den zwei Abteilungen dieses Nervs übt einen grossen Einfluss auf deren Struktur und Anordnung aus.

Des Zerfall der dorsalen Gehirnwand in einzelne Elemente ist bereits mehrmals konstatiert worden, und in der Litteratur finden sich viele Hinweise auf dessen Existenz bei den verschiedenen Klassen der Wirbeltiere. Es ist mir unbegreiflich, dass ein so exakter Beobachter wie Goronowitsch diese Erscheinung bei Vögeln leugnet, wo doch dieser Prozess bei denselben einen hohen Grad der Ausbildung erreicht.

Die charakteristischen Vorgänge, welche sich dabei beobachten lassen, entsprechen durchaus denen, welche diesen Prozess bei der Entwickelung der Ganglienleisten im Rückenmark begleiten, nur mit einigen Abweichungen, die durch die Form des Neuralrohrs und die ansehnliche Ausbildung der Ganglienleisten erster Ordnung bedingt werden. Allmählich werden, gleichzeitig mit dem weiter um sich greifenden Zerfall des Ektoderms, die Leisten erster Ordnung durch solche zweiter ersetzt.

Das auf Kosten der Ganglienleistenzellen entstandene zweite Paar der Periaxialstränge tritt noch mit der epibranchialen Plakode in Verbindung, welche etwas später als die des Trigeminus auftritt und mit dem Strange erst dann verschmilzt, wenn die Zellen des letzteren infolge ihres Sinkens sich unten in dieser Region anhäufen, und sich bereits Anzeichen der beginnenden Differenzierung der gemeinsamen Anlage in zwei Ganglien bemerkbar machen.

So viel festzustellen ist, verteilen sich diese supplementären Faktoren zwischen beiden Ganglien, wobei die Zellen der dorsalen Gehirnwand und der obere Teil des Periaxialstranges das Gehörganglion bilden, während die epibranchiale Plakode dem Ganglion des Facialis den Ursprung giebt, wobei der grösste Teil der unteren Anhäufung des Stranges mit daran teilnimmt.

Die epibranchiale Plakode des Facialis ist weit mehr entwickelt

als die des Trigeminus, bleibt länger erhalten und wird bei ziemlich weit entwickelten Embryonen angetroffen, wo ihre Verbindung mit dem Ganglion durch einen gangliösen Strang zustande kommt. Dieser Ast gleicht, seiner Struktur und seiner Beziehung zur Plakode nach, auf deren Kosten er sich zu entwickeln scheint, der Anlage des Riechnervs, welcher sich als Ektodermpapille entwickelt. Diese Beziehung zwischen der Plakode und der Hauptmasse des Ganglions gab Grund, der Plakode bei der Entwickelung des Ganglions eine Bedeutung abzusprechen. Weiter werde ich noch auf die epibranchialen Plakoden zurückkommen und dabei auf die Bedeutung dieses Arguments näher eingehen, jetzt gehe ich zum Teilungsprozess der beiden Ganglien dieser Gruppe über, welche, wie ich eben darauf hinwies, zur Zeit der Bildung der Plakode eintritt.

Da diese beiden Nerven dabei eine beinahe völlige Unabhängigkeit voneinander erreichen und infolge der verschiedenen Elemente, aus welchen sie gebildet werden, eine ganz verschiedenartige Struktur besitzen, sehe ich mich genötigt einen jeden einzeln zu betrachten.

Wie schon gesagt, entwickelt sich das Gehörganglion auf Kosten der Ganglienleistenzellen. Zu seiner Bildung dient der obere Teil des zweiten Paares der Periaxialstränge, welches sich ausschliesslich aus Ganglienleistenzellen beider Ordnungen zusammenfügt.

Gleichzeitig mit der Differenzierung der epibranchialen Region des bei der Senkung der Strangzellen sich angehäuften Knäuels beginnt sich in seinem oberen Teil allmählich eine Zellgruppe auszubilden, welche einen bedeutenden Umfang erreicht und sich den Gehirnwandungen dicht anschmiegt. Sie scheint sich hauptsächlich aus den Zellen der dorsalen Gehirnwand zu bilden. Eine der Hauptursachen ihres Hervortretens besteht, ausser in ihrer Lage, noch darin, dass die Längsaxen der sie bildenden Zellen eine verschiedene Richtung haben, weshalb die Schnittfläche mit den Längsaxen der Strangzellen einerseits und denen des Knäuels andererseits nicht gleichzeitig zusammenfallen kann, und die Struktur beider Gewebe an Schnitten verschiedenartig erscheint und je nach dem Winkel zwischen Schnittebene und der vorherrschenden Richtung der Längsaxen der Zellen eines jeden Gewebes variiert.

Später nimmt das Gehörganglion auf Längsschnitten durch dasselbe allmählich die Struktur an, die sich an den Ganglien des Trigeminus beobachten lässt, was ich bereits bei Beschreibung die-

ses Nervs erwähnte. Dies tritt bereits dann ein, wenn das Ganglion mit dem Ohr in Verbindung tritt und sich schon vollkommen vom G. faciale differenziert hat.

Im Allgemeinen hat die Entwickelung des Gehörganglions den Charakter einer allmählichen Abspaltung seiner Elemente vom oberen Teil des Stranges, welche dabei teilweise die oben beschriebene Anhäufung von Zellen am Gehirn bilden, teilweise aber direkt in die Masse des sich differenzierenden Ganglions übergehen. Was die Entwickelung der Fasern desselben anbetrifft, so fällt es äusserst schwer etwas Bestimmtes darüber zu sagen, da die Zellmasse der Ganglienanlage eine so dichte ist, dass ihre Kerne das Entwickelungsbild der Fasern völlig verbergen. Andererseits haben beide Ganglien dieser Gruppe einen so innigen Zusammenhang, dass keinerlei indirekten Hinweise, wie z. B. die Bildung der Spongiose ausserhalb des Gehirnes, zu Rate gezogen werden können. Aber die Aehnlichkeit in der Entwickelung und Struktur im Allgemeinen mit denen der Ganglien Trigemini spricht für die Wahrscheinlichkeit einer identischen Bildung der Fasern, welche vielleicht nur durch Anteilnahme des Ohrektoderms gestört wird, mit dem die Gehörganglienanlage innige Beziehungen eingeht. Es ist höchst wahrscheinlich, dass den Zellen des letzteren die Bildung der grossen Faserbündel zugeschrieben werden muss, welche in diesem Ganglion sehr deutlich hervortreten und in ihrer Struktur an die gemahnen, die wir im Stamme des Facialis zwischen Ganglion und Gehirn beobachten; übrigens, stehen sie diesen letzten an Umfang nach. Diese Bündel lassen sich nur dann unterscheiden, wenn die Fasern schon mit dem Gehirne verbunden sind, und wir über die Entstehung der Faserbündel nur auf Grund eines Vergleiches derselben mit den Fasern anderer Nerven, bei denen dieser Prozess bestimmter auftritt, und besonders auf Grund ihrer Zerstreuung im Gehirne in Form einzelner Fibrillen, urteilen können.

Nach der Trennung der beiden Ganglienanlagen ist der weitere Charakter der Entwickelung des G. faciale ein sehr verschiedener. Der allgemeine Entwickelungsplan gleicht demjenigen der übrigen Ganglien der epibranchialen Region, welche sich unter Mitwirkung der epibranchialen Plakoden entwickeln. Ein Teil der Zellen des Periaxialstranges des zweiten Paares gruppiert sich allmählich in der epibranchialen Region und bildet hier eine bedeutende Anhäufung

welche bald mit der entsprechenden Plakode verschmilzt, mit welcher ihre Verbindung, wie oben bereits gesagt, eine verhältnissmässig dauernde ist und bei ziemlich hoch entwickelten Embryonen beobachtet wird. Als charakteristischer Umstand, welcher dieses Ganglion von den hinteren Ganglien dieser Art unterscheidet, erscheint die fortdauernde Verbindung dieser Anhäufung mit dem Gehirne, infolge des Zusammenhanges zwischen dem Zwischenteil des Stranges und der Anlage des Gehörganglions, deren Wurzeln sich dem Gehirn fest anschmiegen. Dieser Zwischenstrang verdunkelt bedeutend das Bild der Entwickelung der Nervenfasern im Facialis. Doch einige Vorgänge bei der Entwickelung des Ganglions weisen mehr oder weniger bestimmt auf die Bildung der Nervenfasern aus den Ganglienzellen hin; diese Vorgänge sind erstens die Bildung von Zellenreihen, welche sich längs den Fasern in der Richtung zum Gehirn hin anordnen, was an diesem Nerv deutlich genug hervortritt und, hauptsächlich, der scharfe Unterschied in der Struktur der Zellanhäufung des unteren Strangteils, welche mit der Plakode das eigentliche Ganglion des Facialis bildet, und derjenigen des Zwischenteils dieses Stranges, welche anfangs einigermassen an die Struktur der Ganglien des Acusticus und Trigeminus erinnert, aber allmählich die typische Struktur eines mit Begleitzellen versehenen Nervs annimmt; ob letzter Umstand von dem Sinken oder der Reduktion der Zellen abhängt, lässt sich sehr schwer feststellen.

Ein charakteristisches Bild lässt sich an der unteren Zellanhäufung beobachten, welche sich allmählich als Ganglion faciale differenziert. Dieser Strangteil verdichtet sich allmählich in der epibranchialen Region und bildet eine kompakte Zellenmasse, in welcher die Ganglienzellen sich bald in Gestalt durch ihre Grösse hervortretender Zellen zu differenzieren beginnen. Beim Studium von Schnitten gelingt es nicht festzustellen, ob diese Zellen der Plakode oder dem Strange angehören, da uns ein genügendes Kriterium zur Unterscheidung der Elemente des einen oder anderen Ursprungs fehlt. Gleichzeitig mit der Differenzierung dieser Zellen beginnen sich auch die Nervenfasern, wie oben erwähnt, in der Richtung vom Ganglion zum Gehirne zu differenzieren und das Ganglion nimmt die typische Gestalt eines epibranchialen Ganglions mit grossen Ganglienzellen an, deren Vorhandensein dasselbe in diesen Stadien scharf von den Ganglien des Acusticus und Trigeminus unterscheidet, und mit

Faserbündeln, welche von denselben sowohl zum Hirne, als auch zur Peripherie hin in Form grosser einzelner Bündel abgehn, welche den peripheren Bündeln von Nervenfasern der Ganglien des ersten Typus analog sind und völlig mit denen der motorischen Nerven übereinstimmen. Es muss bemerkt werden, dass die letzteren Umwandlungen bald nach Zustandekommen der Verbindung mit der Plakode stattfinden.

Die Entwickelung des folgenden Paares der Gangliennerven hat mit derjenigen des Acustico-Facialis viel Aehnlichkeit in dem, was ihre primitive Anlage in Form von zwei Periaxialsträngen anbetrifft, doch die allmählich zunehmende Anteilnahme der epibranchialen Plakode an der Entwickelung veranlasst späterhin einen wesentlichen Unterschied. Anfangs wird der Glossopharyngeus durch das dritte Paar der Periaxialstränge gebildet, welches sich vorzugsweise auf Kosten der Ganglienleisten der ersten Art bildet, welche in dieser Region eine sehr bedeutende Ausbildung erlangen. Die ersten Umwandlungen dieses Stranges stimmen völlig mit denen der übrigen Paare Periaxialstränge überein und werden, ebenso wie in den anderen Paaren, durch die Senkung der Strangelemente in die epibranchiale Region und die Konzentration seiner Zellen zu einer Anhäufung, welche völlig mit denen der übrigen epibranchialen Ganglien identisch ist und sich später in das Ganglion Glossopharyngei umwandelt, veranlasst.

Ein charakteristischer Unterschied besteht dabei in der gleichzeitig mit diesem Prozess stattfindenden Senkung der Zellen der Ganglienleisten, welche sich hinter dem dritten Strangpaar entwickeln und mit demselben nicht verschmelzen. Diese Leisten bilden später eine Fortsetzung nach hinten der unteren Anhäufung des dritten Strangpaares, welche sich über den drei folgenden Kiemenspalten ausbreitet, von denen sich die hinteren weit später entwickeln.

Später schnürt sich dieser Distrikt von der Ganglienanlage des Glossopharyngeus ab, welchem nur der über der ersten Kiemenspalte liegende Teil übrigbleibt, und bildet einen Komplex, welcher zu den drei epibranchialen Plakoden in Beziehung tritt. Dieser Komplex verwandelt sich allmählich in das Ganglion des Vagus.

Zur Zeit der Konzentration der Strangzellen in der epibranchialen Region entwickelt sich auch die epibranchiale Plakode der Kiemenspalte, mit welcher das unten am Strange sich anhäufende Zell-

knäuel in Verbindung tritt. Diese ganze Zeit über, ebenso wie auch später bis zur Entwickelung der Nervenfasern, bewahrt das dritte Strangpaar seine völlige Unabhängigkeit vom Gehirne und lässt sich hier nicht das geringste Anzeichen einer Annäherung seiner Zellen an das Gehirn erkennen, wodurch dieser Nerv sich von den beiden obenbeschriebenen unterscheidet, für die dieser Vorgang charakteristisch ist.

Sämmtliche mit der Ganglienbildung im Zusammenhang stehenden Prozesse verlaufen hier also in bedeutender Entfernung vom Gehirne und ohne jegliche Beziehung zu demselben. Es ist interessant, dass die Zellen der Ganglienleisten zweiter Ordnung, welche sich hier in geringerer Anzahl bilden als beim vorigen Paar, an der Bildung des Ganglions teilzunehmen scheinen; doch ist ihre Anordnung hier nicht dieselbe, und wir begegnen nicht dem charakteristischen Anschmiegen an die Hirnwandungen; doch scheint es mir bequemer weiter unten darauf zurückzukommen.

Die weiteren Umwandlungen der Ganglienanlage bei ihrer endgültigen Differenzierung zum typischen Epibranchialganglion mit allen für ihn charakteristischen Eigentümlichkeiten, deren ich oben erwähnte, werfen ein grelles Licht auf die Entwickelungsgeschichte der Ganglionnerven.

Für den Glossopharyngeus ist das Vorhandensein eines Periaxialstranges charakteristisch, weshalb die Dimensionen des Ganglions während früher Stadien viel bedeutender sind; dasselbe scheint um diese Zeit weit grösser als dasjenige des Vagus, welches durch eine nur geringe Anzahl von Ganglienleistenzellen präformiert wird, später aber den Glossopharyngeus an Umfang weit übertrifft.

Gleichzeitig mit der Differenzierung des Ganglions und der Bildung von Nervenfasern seitens der sich in demselben entwickelnden Ganglienzellen — was in gegebenem Fall dank dem Vorhandensein eines Zwischenraums zwischen Gehirn und Ganglienanlage deutlich hervortritt, — lassen sich interessante Umwandlungen in den Strangzellen beobachten. Die Elemente des Stranges nehmen nämlich allmählich eine immer mehr und mehr ausgezogene Spindelform an, wobei sie sich zu langen plasmatischen Fasern ausdehnen.

Da sich die Strangzellen zum sich differenzierenden Ganglion herabsenken, tritt ihre Form sehr deutlich hervor, und der ganze Charakter des Gewebes ähnelt bedeutend demjenigen des Gewebes

in der Anlage des Ganglion R. ophtalmici. Später finden sich einzelne Zellen dieser Art auch zwischen Gehirn und Strang, wohin sie mit den Nervenfasern, die durch das epibranchiale Ganglion gebildet werden, vorzudringen scheinen. Wahrscheinlich gruppieren sich diese Zellen später teilweise im epibranchialen Ganglion definitif zusammen; teilweise aber bilden sie die gangliösen Anhäufungen an den Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus.

In dieser Hinsicht besteht ein wesentlicher Unterschied im Vergleich zu den Ganglien des R. ophtalmicus, wo keine derartige Teilung zu merken ist.

Die an der ersten Kiemenspalte sich bildende Plakode übertrifft bedeutend die ihr an der Hyoidspalte entsprechende, und dementsprechend erreicht auch das Ganglion Hypoglossi grössere Dimensionen als dasjenige des Facialis, und der Typus eines epibranchialen Ganglions tritt bei demselben weit deutlicher zutage. In Bezug auf ihre Anlage gleicht diese Plakode völlig den übrigen und zeigt nichts Charakteristisches, was eine nähere Betrachtung verdiente.

Am lehrreichsten ist die Entwickelungsgeschichte des letzten Kopfganglions, nämlich die des Vagus.

Ursprünglich legt sich das Ganglion dieses Nervs auf Kosten des hinteren Abschnitts des dritten Paares Periaxialstränge, welcher sich nach hinten über der zweiten, dritten und vierten Kiemenspalte hinzieht, an; später verschmelzen mit demselben allmählich bei ihrer Bildung die epibranchialen Plakoden dieser Spalten. Wie oben schon erwähnt, bildet sich dieser hintere Abschnitt des dritten Strangpaares hauptsächlich auf Kosten der Ganglienleisten erster Ordnung der Occipitalregion, welche sich hinter dem dritten Paar Periaxialstränge bilden, und die Strangzellen nehmen einen nur verhältnissmässig unbedeutenden Anteil an seiner Bildung.

Davon, dass dies den Tatsachen entspricht, können wir uns leicht überzeugen, wenn wir diejenigen Klassen der Wirbeltiere betrachten, bei denen, wie z. B. bei den Haien, die Ganglienleisten dieser Region viel bedeutender entwickelt sind und gewissermassen ein viertes Paar Periaxialstränge bilden, welches gerade die Region der vier Abschnitte des Ganglion Nervi vagi einnimmt, aus denen bei einigen derselben, wie z. B. bei Squalus acanthias, dieses Ganglion besteht. Bei Vögeln begegnen wir keinem so deutlichen Bild, doch die allmähliche Senkung der Ganglienleisten dieser Region, welche,

wie im allgemeinen Teil schon erwähnt wurde, sich vor den Periaxialsträngen bilden, tritt trotzdem deutlich genug hervor.

Kurz vor Bildung der epibranchialen Plakoden sondert sich dieser Abschnitt vom Periaxialstrange, welcher zur Bildung des Glossopharyngeus verwandt wird, ab. Gleich darauf, unmittelbar bis zur Bildung der Nervenfasern, welche das Ganglion mit dem Gehirne verbinden, lässt sich der eigenartige Prozess der Ganglienbildung aus einem vom Gehirne vollständig abgesonderten Knäuel von Ganglienleistenzellen, welches von ersterem weit entfernt ist, beobachten, wobei auf der Bahn des späteren Nervenstammes keinerlei das Ganglion mit dem Gehirne verbindende Anhäufung von Ganglienleistenzellen vorhanden ist, wie wir sie bei allen oben erwähnten Ganglien beobachten. Infolge dessen lässt sich die Entwickelung des Ganglions sehr deutlich verfolgen, und die Bildung des Nervenstammes auf Kosten der Ganglienzellen leicht beobachten.

Es ist zugleich sehr interessant, dieses Ganglion, welches die grössten Dimensionen erreicht, mit den übrigen Ganglien der epibranchialen Region zu vergleichen, was die Bedeutung der epibranchialen Plakoden deutlich hervortreten lässt.

An der Entwickelung dieses Ganglions nimmt eine, im Vergleich zu den vorderen, nur äusserst geringe Anzahl von Ganglienleistenzellen und ausserdem drei epibranchiale Plakoden, von denen die zwei letzten verhältnissmässig sehr schwach entwickelt sind, Anteil. Trotzdem ist die Anteilnahme der drei Plakoden für die Entwickelung des Ganglions von solcher Bedeutung, dass das sich entwickelnde Ganglion mehrfach die vorderen epibranchialen übertrifft, welche sich auf Kosten nur einer Plakode entwickeln. Es ist bemerkenswert, dass das energische Wachstum des Ganglions gerade im Moment der Bildung der Plakoden eintritt. Bei andern Wirbeltierklassen herrscht eine ebensolche Uebereinstimmung der Zahl der Plakoden mit der Ausbildung des Ganglions N. vagi, was besonders deutlich bei den Embryonen einiger Reptilien hervortritt, bei denen parallel mit der stärkeren Entwickelung der Plakoden das Ganglion vagi in drei Abschnitte zerfällt, von denen der erste beinahe völlig von den zwei hinteren abgesondert ist, welche, infolge der geringeren Entwickelung der entsprechenden Plakoden, mit einander näher verbunden sind.

Einem analogen Bild begegnen wir bei der Entwickelung des

Ganglion Vagi bei den Haifischen, wo, wie z. B. bei Squalus acanthias, die Absonderung der Ganglienabschnitte, welche durch die entsprechenden Plakoden bestimmt werden, noch weiter geht und wo trotz ihres gegenseitigen Zusammenhanges eine jede der drei ersten Plakoden einen eigenen Nervenstamm aufweist.

Die Faserbildung verläuft, wie schon gesagt, an diesem Nerv äusserst deutlich und erlaubt nicht zu bezweifeln, dass die Fasern ausschliesslich durch die Ganglienzellen gebildet werden. Das erste Auftreten dieser Fasern lässt sich sehr schwer verfolgen, ebenso wie das Erscheinen der Fasern der motorischen Nerven, welche ebenso wie die ersteren im Mesenchym verlaufen, besonders die des Abducens.

Später gehen diese Fasern vom Ganglion als dichter Stamm ab, welcher sich erst unweit des Gehirnes in einzelne Bündel teilt. Die Stelle, wo das Auseinandertreten der Bündel beginnt, ist ungefähr die Austrittsstelle der Fasern aus der Senkungsebene der Ganglienleistenzellen, welche den hinteren Abschnitt der unteren Zellenanhäufung des dritten Paars Periaxialstränge bilden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass wir es hier mit einem Uebergang der Fasern aus einem Gewebe mit für den Durchtritt der Fasern günstiger Zellenanordnung in ein anderes, mit anderer Anordnung, welche den Stamm zwingt sich in einzelne Bündel zu teilen, von denen ein jedes in der für ihn günstigsten Richtung zwischen den Zellen durchdringt, zu tun haben. Es scheint mir, dass die Leichtigkeit des Durchdringens der Fasern am Anfang davon abhängt, dass sie in der Richtung der Senkung der Ganglienleistenzellen vorwachsen, was eine entsprechende Umbildung des Gewebes in der Richtung dieser Bewegung verursachte.

Analogen Veränderungen der Faserrichtung infolge der Struktur des Gewebes, welches sie durchdringen, werden wir auch bei der Entwickelung der motorischen Nerven begegnen, wo dieses Verhältniss an einigen Nerven sehr deutlich hervortritt.

Um diese Zeit findet auch der Austritt der Fasern der Dorsalwurzel von motorischem Charakter aus dem Gehirne statt. Wie ich oben erwähnte, ist es schwer den Moment ihres Auftretens festzustellen; doch ist es möglich, dass zur Zeit des Eindringens der Ganglienfasern ins Gehirn auch ihr Austritt aus demselben stattfindet; dafür spricht die Entwickelung der Spongiose im Gehirne, an der

inneren Seite der Membrana limitans, an den Nervenwurzeln, gleichzeitig mit der Bildung der Spongiose seitens der Ganglienfasern ausserhalb derselben. Der Verlauf dieses Prozesses im Rückenmark spricht gleichfalls für diese Annahme.

Als eine sehr interessante Erscheinung im Vagus muss das Vorhandensein einer Commissur zwischen seinem epibranchialen Ganglion und dem des Glossopharyngeus angesehen werden. Diese Commissur scheint ein Nachklang der anfangs vorhandenen Verbindung zwischen der Ganglienanlage des Vagus und dem dritten Periaxialstrang zu sein, welche das Ganglion Glossopharyngei präformiert. Es ist interessant, dass bei Wirbeltieren mit vollständiger entwickelten Plakoden, wie z. B. die der Schildkröten, bei denen eine Verbindung zwischen den Leisten, welche die Ganglien des Vagus und das des Glossopharyngeus präformieren, fehlt, eine derartige Commissur nicht beobachtet wird [1]).

Auf diese Weise steht in gegebenem Fall das Vorhandensein eines Zwischenstranges aus Ganglienleistenzellen mit der Bildung einer Nervenverbindung zwischen diesen Ganglien in engstem Zusammenhange; doch scheint mir, dass wir es auch hier einfach mit einer gewissen mechanisch günstigen Struktur des Gewebes zu tun haben; hier verdankt dieselbe ihren Ursprung der Bewegung der Ganglienleistenzellen bei dem Auseinandertreten der Anlagen dieser Ganglien. Dieser Vorgang scheint mir zu derselben Kathegorie von Erscheinungen zu gehören, wie der bei der Entwickelung des Stammes des Nervus vagus beobachtete.

Mit der Beschreibung des Vagus schliesse ich die Reihe der gangliösen Kopfnerven ab; bevor ich aber zu den motorischen Ner-

---

[1]) Es ist interessant, dass bei Wirbeltieren, bei denen die epibranchialen Plakoden des Vagus stärker differenziert sind, auch die Ganglienabschnitte am Embryo vollständiger ausgeprägt sind und sogar eine gewisse Selbständigkeit besitzen, z. B. bei den Embryonen der Reptilien im ersten Abschnitt des G. Vagi. Bei Reduktion der hinteren Plakoden verschmelzen die Ganglien allmählich zu einer Masse. Ein ähnliches Bild sehen wir an den zwei hinteren Abschnitten bei Reptilien und an allen drei bei Vögeln. Die Erwachsenen scheinen keinerlei Spuren der primitiven Gruppierung zu bewahren. Auf diese Weise erscheint das Ganglion Glossopharyngei bei Vögeln gewissermassen nur als Abschnitt von grösserer Selbständigkeit des mit dem Vagus gemeinsamen Ganglions.

ven übergehe, muss ich noch der Entwickelung der Rückenmarksganglien erwähnen. Diese letztere Frage liegt zwar ausserhalb der direkten Aufgabe der vorliegenden Arbeit, da aber die Möglichkeit einen genügend tiefen Einblik in das Wesen der vor sich gehenden Prozesse zu erlangen von einer möglichst erschöpfenden Erörterung der Entwickelung der Nerven in Abhängigkeit steht, so scheint es mir geraten näher auf dieselben einzugehen, als auf typische Vertreter solcher Ganglien, die sich ohne Mitwirkung der epibranchialen Plakoden entwickeln.

Die Entwickelung der Rückenmarksganglien findet, so viel sich beobachten lässt, auf Kosten der Ganglienleistenzellen zweiter Ordnung, welche zwischen dem Somiten und dem Gehirne Stellung fassen, statt. Es ist interessant hier die charakteristische Erscheinung sich ins Gedächtniss zurückzurufen, der wir an der Comissur des Vagus begegneten, nämlich die Bildung von rudimentären Rückenmarksganglien an derselben in Gestalt tönnchenartiger Anschwellungen, welche in der Richtung zum Rumpfe allmählich an Grösse zunehmen, wobei sich in derselben Richtung eine Massenvergrösserung der Ganglienleisten zweiter Ordnung beobachten lässt [1]).

Die Elemente der Ganglienleisten bei Bildung der Rückenmarksganglien seitens derselben lassen sich ziemlich genau verfolgen. Im Allgemeinen besteht dieser Prozess aus folgenden Phasen. Die Leistenelemente senken sich zwischen Gehirn und Somit ein und konzentrieren sich hier zu segmental angeordneten Gruppen, welche mit der Dorsalseite des Gehirnes, welcher sie ihren Ursprung verdanken, durch eine Kette von Elementen, die sich später bilden und diese Lage auch im Moment der Faserbildung beibehalten, verbunden sind.

Zur Zeit des Zerfalls des untern Teiles der innern Somitenwand macht sich ein Zerstreuen der Elemente der Anlagen der Rückenmarksganglien, welche bis dahin von dem Somiten an das Gehirn gedrückt waren, bemerkbar. Dabei dringen zwischen die Zellen der Ganglienanlagen Mesenchymelemente, welche sich hier beim Zerfall der innern Somitenwandung bilden, ein. Gleichzeitig treten jedoch

[1]) Hier muss bemerkt werden, dass die Anzahl der Ganglienleistenzellen, welche zur Bildung dieser rudimentären Ganglien dient, noch durch die Bildung des grossen sympathischen Nervs in dieser Region vermindert wird.

die Ganglienleistenzellen noch ebenso durch ihre Grösse und Form hervor und nehmen immer mehr und mehr eine ausgezogen spindelförmige Gestalt an und beginnen bald Nervenfasern zu differenzieren, um welche herum sich die übrigen Zellen sehr deutlich anordnen. Um diese Zeit liegen die Ganglienleistenzellen so weit verstreut, dass das Bild im Ganzen das Aussehen eines unregelmässigen Netzes annimmt, zwischen dessen Fasern hie und da einzelne Mesenchymzellen angetroffen werden. Mit dem Gehirne lässt sich anfangs keine Verbindung erkennen, und erst später, wenn das Ganglion bereits kompakter geworden ist und deutliche Ganglienzellen auftreten, wird die Bildung der oberen Dorsalwurzel beobachtet. Wahrscheinlich wird ein Teil der primitiven Fasern zur Bildung der Nervenscheiden verbraucht, und nur gewisse, den sich differenzierenden Ganglienzellen ihren Ursprung verdankende Fasern, welche sich von den übrigen anfangs nicht unterscheiden lassen, bilden die Axencylinder. Einer ähnlichen Erscheinung begegnen wir auch in den Anlagen der Kopfganglien, wo sich die Ganglienleistenzellen zu gangliösen und Begleitzellen differenzieren, von denen letztere nur eine strukturelle Bedeutung haben.

Wie schon im allgemeinen Teil erwähnt wurde, lassen sich bei Vögeln zwei Dorsalwurzeln der Rückenmarksnerven unterscheiden, eine obere und eine untere. Die erste nähert sich ihrer Struktur nach durchaus den Wurzeln des Trigeminus und Acusticus mit deren charakteristischer feinfibrillärer Struktur. Sie wird, so viel sich feststellen lässt, ausschliesslich auf Kosten der Ganglienzellen des Rückenmarksganglions gebildet. Dafür spricht, ausser der Entwickelungsgeschichte, noch der Umstand, dass an der Eintrittstelle der Wurzeln sich keinerlei Ganglienzellen beobachten lassen. Diese Wurzel entwickelt sich der Senkungslinie der Ganglienleistenzellen entlang, deren zurückgebliebene Elemente sich ihr, wie es scheint, als Begleitzellen anschliessen.

Die untere Wurzel unterscheidet sich scharf durch Struktur und Entwickelung von der oberen. Ihrer Struktur nach gleicht sie den motorischen Nerven. Wie die letzteren, zeigt sie eine grobfaserige Struktur mit deutlich differenzierten Faserbündeln. Sie entwickelt sich auf Kosten der Ganglienzellen des oberen Teiles des Ventralkerns, welcher bis an die Wurzeln heranreicht. Die Lagebeziehung dieser Wurzel zum Ganglion, an dessen Ventralseite sie vorbeizieht,

stimmt völlig mit derjenigen der Fasern des motorischen Bündels in der Masse des Ganglions des Ramus mandibularis überein. Die gegenseitige Beziehung der Fasern dieser Wurzel zum Ganglion scheint auch dieselbe zu sein und beschränkt sich auf ein einfaches Durchgehen der Fasern durch die Ganglienmasse, ohne jegliche innigere Beziehungen derselben zu den Ganglienzellen. So viel sich beobachten lässt, durchsetzen alle Fasern dieses Bündels das Ganglion und gehen direkt in den Nervenstamm über, welcher durch die dorsalen und ventralen Wurzeln gebildet wird.

Bemerkenswert ist, dass bei Reduktion der Ganglien der Rückenmarksnerven die Reduktion dieser Wurzel nicht direkt nachfolgt und unabhängig, eher im Zusammenhange mit der Reduktion der Ventralwurzeln, verläuft. Einem ähnlichen Bild begegnen wir in der Comissurregion des Vagus, wo die oberen Dorsalwurzeln sammt den Ganglienzellen zur Bildung der Comissurfasern dienen, während die unteren unabhängig von den oberen entstehen und anfangs teilweise mit den Ventralwurzeln in Verbindung treten. Ein Unterschied von den normalen Ganglien giebt sich nur darin zu erkennen, dass die Hauptmasse der Dorsalwurzeln hier von den ventralen abgesondert ist. Infolge der bedeutenderen Reduktion der vorderen Ganglien und der unteren Teile der vorderen Ventralkerne, verkürzen sich die Zwischenbündel zwischen den dorsalen und ventralen Wurzeln, und die Hauptmasse der ersteren geht immer mehr und mehr zum Vagus ab, dessen Comissur sie bildet. Im Kopfe werden die unteren Dorsalwurzeln motorischen Charakters, ausser der Portio motoris N. trigemini und der Comissura Nervi vagi, noch durch die motorischen Fasern des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus repraesentiert, worauf ich schon früher hinwies.

Nach dieser kurzen Uebersicht der Entwickelung der Ganglionnerven gehe ich nun zur Entwickelung der ventralen motorischen Nerven über, durch welche gewisse Erscheinungen erklärt werden können, welche bei Betrachtung der Gangliennerven unserer Aufmerksamkeit entgehen. Ein für alle motorischen gleich charakteristisches Merkmal ist ihr Auftreten in Form plasmatischer Fasern der Ganglienzellenfortsätze der ventralen Kerne des Gehirnes. Zwischen diesen Fasern erscheinen später die Kerne der Begleitzellen, deren Ursprung bis jetzt noch wenig aufgeklärt ist. Bevor ich ihren Ursprung berühre, wozu nach Betrachtung der Entwickelung der

motorischen Nerven die Bedingungen viel günstiger sein werden, werde ich die Entwickelung einiger dieser Nerven eingehender besprechen. Die charakteristischen Züge in der Entwickelung dieser Nerven tragen viel zum Verständniss der Entwickelungsgeschichte der Nerven überhaupt und besonders des Ursprunges ihrer Elemente bei. Die drei Nerven, welche hauptsächlich unser Interesse in Anspruch nehmen, nämlich der Oculomotorius, Trochlearis und Abducens, bieten uns, da sich diese Nerven in dem Hirnabschnitt bilden, welcher die grössten Umwandlungen bei der Formierung des Wirbeltierkopfes erleidet, und sie infolge dessen eine ganze Reihe von Abweichungen aufweisen, ein so eigenartiges Entwickelungsbild, dass ihre Homologie mit den ventralen Rückenmarkswurzeln lange Zeit bestritten wurde.

Der erste dieser Nerven, der Oculomotorius, mit dessen Beschreibung ich beginne, entwickelt sich an der Ventralseite des dritten Ventrikels, unmittelbar an der Hirnbeuge. Der Charakter seines Auftretens in Form von plasmatischen Fasern, welche durch die Fortsätze der Ganglienzellen, die im Hirne als deutlich hervortretender Kern angeordnet sind, gebildet werden, verleiht diesem Nerv eine grosse Aehnlichkeit mit den Ventralwurzeln der Rückenmarksnerven. Die Faserbildung tritt bei der Entwickelung des Oculomotorius deutlich hervor, und ihr Ursprung auf Kosten der Ganglienzellen des Ventralkernes ist durchaus deutlich und unzweifelhaft.

In der Arbeit Carpenter's über die Entwickelung des Oculomotorius beim Huhn finden wir äusserst genaue Angaben über die Entwickelung der Fasern dieses Nervs auf Kosten der Zellen des ventralen Kerns. Mit Hülfe der von ihm angewandten technischen Methoden ist es ihm gelungen, diese Tatsache durchaus klar festzustellen.

Bald nach Auftreten der Fasern schliessen sich denselben die Begleitzellen an. Der Ursprung dieser Zellen ist bis heute noch wenig aufgeklärt und wird verschiedenen Quellen zugeschrieben. Während die einen, wie Balfour, sie beinahe ausschliesslich als Produkt der aus dem Gehirne migrierenden Zellen, welche dasselbe gleichzeitig mit dem Auftreten der Nervenfasern verlassen, betrachten (dieser Ansicht ist auch Carpenter, welcher in seiner Arbeit den Unterschied zwischen der Struktur der den Nerv umgebenden Mesenchymzellen und derjenigen der Begleitzellen feststellt), sind

andere der Meinung, dass nur ein Teil derselben den migrierenden Zellen ihren Ursprung verdankt. Der andere Theil derselben wird von einigen Forschern den Ganglienleistenelementen zugeschrieben, so z. B. von Neal in dessen Untersuchung über die Entwickelung von Squalus, von andern—dem Mesenchym, in welches die Ganglienleistenzellen, ihrer Meinung nach, übergehen (letzter Ansicht ist Goronowitsch, welcher auf die Entwickelung dieses Nervs ein Prinzip in Anwendung bringt, zu dem er auf Grund der Entwickelungsgeschichte der Gangliennerven gelangt ist). Es scheint mir, dass sich diese Frage nur durch den Vergleich der Beobachtungen über die Entwickelung verschiedener motorischer Nerven mehr oder weniger exakt entscheiden liesse, von denen einige, wie z. B. der Trochlearis, in dieser Hinsicht ein sehr interessantes Material liefern. Deshalb beschränke ich mich fürs erste auf die Erwähnung nur solcher Daten, welche zur Aufklärung dieser Frage dienen können, um so mehr als die Entwickelung des Oculomotorius höchst unbestimmte Befunde ergiebt. So sehen wir einerseits Kerne von Begleitzellen, welche sich im Uebergangsstadium zwischen dem Gehirne und dem äusseren Abschnitt des Nervs zu befinden scheinen, was übrigens, wie Koltzoff ganz richtig annimmt, von der Ueberlagerung seitens der oberhalb oder unterhalb liegenden Zelle abhängen kann, was den Eindruck einer Migration aus dem Gehirne erweckt. Andererseits lassen sich Begleitzellen an den Nervenfasern in einem Stadium beobachten, wo sich noch keine Spur einer Zellenmigration aus dem Gehirne bemerkbar macht. Deutlicheren Daten begegnen wir in der Entwickelung des G. ciliare, dessen Bildung, wie mir scheint, mit den Ganglienleistenzellen, welche sich in diese Region herabsenken, im Zusammenhang steht (wie es Neal bei Squalus anführt) und nur teilweise mit dem Aufhalten der den Nervenfasern entlang gleitenden und, wie Carpenter meint, aus dem Gehirn migrierenden Begleitzellen, im Zusammenhang steht. Gegen letzte Ansicht sprechen zahlreiche Hinweise in der Entwickelung des G. ciliare und des ganzen Nervs.

Ein wesentlicher Faktor, welcher eine ausserordentlich grosse Bildung von Begleitzellen am Oculomotorius veranlasst und auch das Auftreten des G. ciliare bedingt, besteht, meiner Ansicht nach, in der Senkung in diese Region der Leisten des Mittelhirns, deren unterer Teil sich vom oberen, welcher das G. Rami ophtalmici bil-

det und sich gerade in die Region des G. ciliare und N. oculomotorius herabsenkt, absondert. Die charakteristische Senkung der Leisten in diese Region ist auch von Goronowitsch konstatiert worden; dieser Forscher brachte aber diesen Vorgang keineswegs mit der Entwickelung der Ganglien in dieser Region in Zusammenhang; er sah in ihm vielmehr ein von Grösse und Lage der Ganglien unabhängiges, bedeutendes Wachstum der Leisten, welches, seiner Ansicht nach, die Anteilnahme der Leistenzellen an der Ganglienentwickelung glänzend widerlegt.

Der abgesonderte untere Teil der Leisten bleibt längere Zeit über unversehrt erhalten; so bleibt er auch zur Zeit, wo sich das G. ciliare anlegt, das sich augenscheinlich aus demselben entwickelt. Jetzt lässt sich derselbe jedoch schwer unterscheiden, da um diese Zeit in dieser Gegend Mesenchymzellen zur Entwickelung gelangen, welche später die vom Oculomotorius innervierten Muskeln bilden. Ausser dieser Anhäufung, welche sich vom umliegenden Gewebe mehr oder weniger scharf unterscheidet, werden im Mesenchym um den Nerv herum grössere, zwischen den Mesenchymelementen verstreute Zellen sichtbar. Diese Zellen gleichen denen, welche die das G. ciliare und die Begleitzellen praeformierenden Anhäufung der Ganglienleistenzellen bilden. So viel sich feststellen lässt, bilden gerade diese Zellen die Begleitzellen, und die Angaben Carpenter's über die verschiedene Struktur der Begleitzellen und des Mesenchyms muss lediglich auf letzteres bezogen werden, während die darin verstreuten, grösseren Elemente ausgeschlossen werden müssen.

Ich werde nicht näher auf die weitere Entwickelung des Nervs eingehen und nur einer Erscheinung erwähnen, welche gegen die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines ursprünglichen Zusammenhanges zwischen Muskelanlage und Gehirn bei der Entwickelung des motorischen Nervs spricht.

Wenn nämlich die Fasern des Oculomotorius bei ihrer Entwickelung das Niveau der Chorda, oder mit anderen Worten, die Stelle, wo im Mesenchym die meisten durch die Kopfbeuge verursachten Umdifferenzierungen stattfinden, welche durch bogenartige Anordnung der Reihen schwach in die Länge gezogener Mesenchymzellen charakterisiert werden, erreicht haben, beobachten wir ein Auseinandertreten der Nervenfasern, wobei einige Bündel nach vorwärts zur

Anlage des G. ciliare und den durch den Oculomotorius innervierten Muskeln abgehen, andere aber nach rückwärts, in entgegengesetzter Richtung, längs den Zellenreihen und in die Anlage des Musculus rectus externus eindringen, welcher beim Erwachsenen durch den Abducens innerviert wird. Später wird dieses letzte Bündel atrophiert und es entwickelt sich nur das erste.

Mit dem Ursprung des G. ciliare und R. ophtalmicus aus derselben Masse von Ganglienleistenzellen steht höchst wahrscheinlich das Vorhandensein einer Comissur zwischen denselben in Zusammenhang, durch welche sogar, nach Carpenter's Beobachtungen, der Uebergang von Ganglienzellen aus dem G. Rami ophtalmici in das G. ciliare stattfindet. Hier haben wir es wahrscheinlich ursprünglich mit derselben Art von Erscheinung wie beim Zwischenstamm zwischen Vagus und Glossopharyngeus zu tun.

Der eigentümlichste Nerv, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe, ist der Trochlearis. Der Abgang dieses Nervs von der Dorsalseite des Gehirnes gab Grund zu grossen Meinungsverschiedenheiten zwischen den Forschern, von denen die einen ihn den Dorsalwurzeln der Rückenmarksnerven zurechneten, die anderen den Ventralwurzeln. Obgleich soviel sich beobachten lässt, die Entwickelung dieses Nervs bei den Vögeln auf eine für die motorischen Nerven ungewöhnliche Art verläuft, so schliesst sie sich in ihren Hauptmomenten denselben doch an und gestattet es nicht die völlige Homologie des Trochlearis mit den übrigen motorischen Nerven zu bezweifeln. Die ersten Entwickelungsstadien dieses Nervs verlaufen im Gehirn, wo sich die Fasern der Ganglienzellen allmählich differenzieren, die sich an der Ventralseite des Gehirnes zu den Kernen desselben gruppieren. Diese Fasern weichen in ihrer Entwickelung von der gewöhnlich bei den motorischen Nerven beobachteten Ordnung ab und wachsen in der Richtung zur Dorsalseite des Gehirnes, und zwar zur Einschnürung zwischen der zweiten und dritten Hirnblase des Embryos oder, mit anderen Worten, zur Basis der Cerebellumanlage vor. Als interessante Eigentümlichkeit erscheint die charakteristische Anordnung dieser Fasern in der Gewebsmasse des Gehirns, wo sie in Form grösserer oder kleinerer Bündel scharf hervortreten, welche sich auf Schnitten, von den Kernen des umliegenden Gewebes scharf abgegrenzt, als deutliche Kreise abheben. Diese Bündel sind gewöhnlich in der Dreizahl vorhanden.

Zur Zeit, wenn diese Bündel schon ungefähr die Höhe von zwei Dritteln der Gehirnwand erreichen, macht sich an der Stelle ihres künftigen Austrittes die Bildung eines Kerns aus grossen Ganglienzellen bemerkbar. Dieser Kern wird allmählich von Spongiose umgeben, in welcher sich später stellenweise in der Richtung zu den Ventralkernen hinziehende feine Fasern unterscheiden lassen, welche augescheinlich von den Zellen des Kernes abgehen und zu den Ventralkernen, den groben Fasern der letzteren, welche um diese Zeit gewöhnlich bis zum Dorsalkern angewachsen sind, parallel hinziehen. Die groben Fasern zerteilen den Kern, von welchem nur vereinzelte grosse Zellen nachbleiben, die hie und da zwischen den sich kreuzenden Fasern der Ventralkerne zerstreut sind.

Bald darauf treten die Nervenfasern aus dem Gehirne aus und ziehen in der Richtung zum Muskel der entgegengesetzten Seite des Embryons. Als eine charakteristische Eigentümlichkeit derselben erscheint die ausserordentliche Selbständigkeit der Faserbündel, welche dazu noch bei ihrem Austritt aus dem Gehirn jeglicher Begleitzellen entbehren; diese letzteren treten in geringer Anzahl erst gegen die Mitte der Gehirnwandungen auf.

Im Allgemeinen gleicht die Entwickelung der Fasern dieses Nervs in bedeutendem Masse derjenigen der Sehnerven, von welchen sich derselbe nur durch das umgekehrte gegenseitige Verhältniss der Elemente unterscheidet. Doch werde ich darauf noch näher zurückkommen.

Bei Vögeln entwickelt sich kein Ganglion am Trochlearis und konnte ich keinerlei Spuren der Anlage eines solchen entdecken. Vom morphologischen Gesichtspunkte ist das gegenseitige Verhältniss der ventralen Kerne zum dorsalen von grösstem Interesse; nicht weniger bemerkenswert ist die Entwickelung der Begleitzellen dieses Nervs. Das Fehlen jeglicher Spuren solcher Zellen sowohl beim Durchgang der Fasern durch das Gehirn, als auch in den, seinem Austrittspunkt aus dem Gehirne zu nächst liegengen Nervenabschnitten, beweist deutlich, dass hier die aus dem Gehirne migrierenden Elemente keinerlei Anteil an der Entwickelung der Begleitzellen nehmen. Da, andererseits, beim Durchtritt der Fasern durch den dem Ausgangspunkt des Nervs nächsten Mesenchymdistrikt sich nicht die geringsten Anzeichen eines Anschlusses der Zellen des letzteren an die Fasern erkennen lassen und dieselben

erst in verhältnissmässig bedeutender Entfernung vom Abgangspunkt des Nervs, wenn sich der Nerv schon bedeutend gesenkt hat, erscheinen, so muss hier eine spezifische Auswahl der Zellen vorhanden sein. Am wahrscheinlichsten ist auch hier eine Auswahl der verstreuten Ganglienleistenzellen. Das Auftreten der Begleitzellen in ziemlicher Entfernung von der Dorsalseite und die äusserst geringe Zahl der sich anschliessenden Zellen muss in dieser Hinsicht als recht bestimmter Hinweis gelten, da die Mehrzahl der Ganglienleistenzellen, infolge der verhältnissmässig späten Nervenbildung, sich bereits zu Anlagen des Ganglions R. ophtalmici gruppiert hat; die Zellen, die dabei nicht verbraucht wurden, mussten sich gleichfalls senken [1]). Infolgedessen könnten nur einzelne, verspätetete, zu beiden Seiten des Neuralrohrs im Mesenhym verstreute Elemente in geringer Anzahl den Fasern des Trochlearis begegnen und sich denselben als Begleitzellen anschliessen. Die Uebereinstimmung der Entwickelung der Begleitzellen mit dem Verlauf der Zerstreuung der Ganglienleistenzellen tritt hier deutlich zu tage.

Um die Beschreibung dieses Nervs abzuschliessen, muss ich an demselben noch auf gewisse mit dem N. Oculomotorius gemeinsame Abweichungen in der Richtung der Fasern hinweisen. Diese Abweichungen werden hauptsächlich bei Umbiegung des Gehirnes seitens des Nervs, wo die Fasern auf verschieden angeordnete Zellenreihen des Mesenchyms stossen, beobachtet. Hier begegnen wir einem beständigen weiten Auseinandertreten der Fasern. Bei der weiteren Entwickelung vereinigen sich die auseinandergetretenen Fasern zu einem gemeinsamen Stamme.

Der dritte motorische Nerv des Kopfes, der Abducens, erscheint schon als Uebergang zu den normalen Rückenmarksnerven, mit denen seine Entwickelung grosse Aehnlichkeit hat. Er tritt in Form von Bündeln plasmatischer Fasern, welche über einen bedeutenden Raum verstreut sind und von den an der Ventralseite des Gehirnes liegenden Ganglienzellen abgehn, auf. Diese Zellen zeigen gewisse

[1]) Zur rascheren Senkung der Ganglienleistenzellen trägt hier die Beugung des Kopfes des Embryos bei. Wie stark dieser Vorgang auf die Ganglienleisten einwirkt, lässt sich aus der charakteristischen Senkung der Ganglienanlage des R. ophtalmicus ersehen.

Spuren einer Gruppierung in segmental angeordnete Kerne, doch sind die Grenzen dieser Kerne infolge der Reduktion verschwunden, und bei den Vogelembryonen muss man sich als Kriterium keineswegs der Gruppierung der Ganglienzellen in Kerne, sondern vielmehr der Gruppierung der von denselben abgehenden Fasern, welche gewisse Anzeichen der ursprünglichen Zahl der den Abducens bildenden Kerne einigermassen bewahren, bedienen. Ohne diese Frage jetzt eingehender zu behandeln, will ich nur einige die Entwickelung des Abducens betreffende Tatsachen erwähnen, welche die Mechanik des Wachstums der Nervenfasern illustrieren. Am bemerkenswertesten ist dabei die charakteristische Umbildung in der Zellenanordnung des Mesenchyms, welche im Entwickelungsgebiet dieses Nervs sehr scharf hervortritt. Ungefähr zur Zeit des Auftretens seiner Fasern nehmen die Mesenchymzellen eine lang gestreckte Gestalt an und ordnen sich dabei so an, dass ihre Längsaxen der Chorda und dem Boden des Gehirnes parallel gerichtet sind. Es ist von Interesse, dass am Orte der Hirnbeuge sich diese Richtung ändert und die Längsaxen der Zellen eine der Chorda ungefähr parallele Lage beibehalten und sich in eigenartigen bogenförmigen Reihen anordnen; in den Scheitel dieser Beugung dringt, wie schon gesagt, der Oculomotorius vor, der sich dabei in zwei Bündel teilt, welche den Längsaxen der Mesenchymzellen entlang in entgegengesetzten Richtungen verlaufen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass in dem Fall, wenn der Oculomotorius statt des Scheitels der Beugung, vor derselben eindringt, das hintere Bündel nicht zur Ausbildung gelangt und alle Nervenfasern normal nach vorn verlaufen.

Zum Abducens zurückkehrend, will ich näher auf den Einfluss, welchen die Längsaxen der Mesenchymzellen auf die Richtung der Nervenfasern ausüben, eingehen. Beim Austritt aus dem Gehirne richten sich die Faserbündel anfangs zu den Längsaxen der Mesenchymzellen perpendikulär, wobei sie selbstverständlich auf den grössten Widerstand stossen, wodurch sie schon eine kleine Strecke weiter ihre ursprüngliche Richtung verändern, um eine andere, dem Durchtritt der Fasern im Gewebe günstigere, zu nehmen, nämlich eine den Längsaxen der Zellen parallele. Dabei verlaufen sie anfangs sowohl nach vorn, als nach hinten und bilden eigentümliche bogenartige Kreuzungen. Der Zusammenhang zwischen der Verän-

derung der Richtung und der Struktur des Gewebes tritt dabei besonders deutlich zu tage, und es ist höchst wahrscheinlich, dass die Richtung gerade deshalb gewechselt wird, weil die Fasern nur schwer senkrecht zur breiten Oberfläche der Zellen, dagegen leicht perpendikulär zur schmalen und parallel den Längsaxen durchdringen können, da sie in letzterem Falle auf den geringsten Widerstand stossen. Für diesen Zusammenhang spricht äusserst deutlich auch das Schicksal der Fasern bei ihrem Eintritt in den M. rectus externus. Ein Teil der Fasern geht dabei häufig an dem Muskel vorbei und tritt entweder mit dem motorischen Bündel des Trigeminus oder mit dem Oculomotorius in Verbindung, welche sie in ihrem Wachstum längs den Längsaxen der Mesenchymzellen erreichen. Dies steht augenscheinlich damit im Zusammenhange, ob das Faserbündel in seinem Wachstum in die Region des bei der Konzentration der Muskelelemente veränderten Mesenchyms gelangt, oder ob die Fasern sich aus irgend einem Grunde ausserhalb desselben befinden und deshalb keinen Anstoss zur Aenderung ihrer primitiven Richtung den Längsaxen der Mesenchymzellen entlang, nach der Linie des geringsten Widerstandes erhalten. Später sterben diese Bündel, als nicht funktionierende, ab, und weiter entwickelt sich nur der Teil der Fasern, welche mit dem Muskel normal in Verbindung steht. Diese bei der Entwickelung des Abducens recht gewöhnliche Erscheinung, ebenso wie die primären rückgehenden Fasern des Abducens, spricht entschieden gegen einen ursprünglichen Zusammenhang des Muskels mit dem Hirne, da bei Vorhandensein eines solchen Zusammenhanges ein solches Vorbeigehen der Fasern am Muskel nicht stattfinden würde.

Dass wir es in gegebenem Falle mit einer einfachen Umdifferenzierung der Mesenchymzellen, ohne jegliche Beziehung zu der Bildung der Begleitzellen des Nervs zu tun haben, lässt sich schon daraus ersehen, dass diese Umdifferenzierung sowohl in der Nähe des Durchgangspunktes der Nervenfasern, als auch in bedeutender Entfernung von demselben beobachtet wird und sich über die Mesenchymzellen dieser ganzen Region erstreckt. Dabei schliessen sich den Nervenfasern nur einzelne, sich durch bedeutende Grösse auszeichnende Zellen an. Obgleich sich diese Zellen durch Form und Stellung ihrer Längsaxen nicht unterscheiden, treten sie durch ihre Grösse hervor, was einen den Begleitzellen der übrigen Nerven

gleichen Ursprung, nämlich aus den verstreuten Elementen der Ganglienleisten, vermuten lässt. Genau verfolgen lässt sich dies natürlich nicht, doch der Vergleich mit der Entwickelung anderer Nerven, wo die Begleitzellen aus den Ganglienleistenelementen entstehen, lässt auf einen gleichen Ursprung der oben erwähnten Zellen schliessen, besonders da sie sich von der ganzen Masse von Mesenchymzellen durch solche Merkmale unterscheiden, durch die sie sich den Ganglienleistenzellen nähern.

Der Hypoglossus bildet, wie schon gesagt, einen Uebergang zu den ventralen Wurzeln der Rückenmarksnerven. Im Allgemeinen ist hier das Entwickelungsbild dieser letzteren viel deutlicher ausgeprägt; eine Abweichung besteht nur in dem bedeutenderen Auseinandertreten der einzelnen Faserbündel jeder Wurzel. Im Uebrigen stimmen die Wurzeln des Hypoglossus mit den Ventralwurzeln der Rückenmarksnerven völlig überein, und wir begegnen hier derselben charakteristischen Entwickelung der Plasmafasern und der Gruppierung der Begleitzellen um dieselben. Letztere Zellen scheinen sich gleichfalls auf Kosten der vereinzelten Elemente der Ganglienleisten zu bilden. Denselben Ursprung haben, wie es scheint, die Zellen, welche die Ganglien des sympathischen Systems präformieren. Auf letzteres weist die charakteristische Entwickelung beim Embryo eines bedeutenden sympathischen Ganglions in der Region der Commissura Nervi vagi, welches sich später reduziert, hin. Wie aus der Entwickelungsgeschichte zu ersehen ist, konzentriert sich dementsprechend ein bedeutender Teil der Leistenzellen hier nicht zu Dorsalganglien, welche in dieser Region rudimentär sind. Es ist höchst wahrscheinlich, dass bei der Entwickelung der motorischen Nerven dieser Region aus dem Gehirne eine verhältnissmässig unbedeutende Anzahl von motorischen Neuroblasten migriert, welche die motorischen Elemente der sympathischen Ganglien bilden [1]). Im

---

[1]) Sehr wichtig ist es dabei, dass das Occipitalganglion des sympathischen Systems, welches anfangs eine verhältnissmässig ausserordentliche Grösse erreicht, sehr bald spurlos reduziert wird. Vielleicht legt auch dieser Umstand Zeugniss für den doppelten Ursprung dieser Ganglien auf Kosten der Leistenzellen, die ihre sensiblen Elemente, und der migrierenden motorischen Neuroblasten, welche die motorischen Elemente derselben bilden, ab. Die unvollkommene Entwickelung der einen dieser zwei Arten von Elementen zieht die Reduktion des Ganglions nach sich; im gegebenen Falle ist es die unvollkommene

Uebrigen stimmt die Entwickelung der Ventralwurzeln der Rückenmarksnerven in ihrem Grundplan mit derjenigen der ventralen Kopfwurzeln überein, wozu noch der Umstand beiträgt, dass sie sich auf Kosten der Ganglienzellen des Gehirnes entwickeln, welche in letzterem in Form von Kernen der ventralen Seite zusammengruppiert sind.

Indem ich die Beschreibung der Entwickelung der einzelnen Nerven abschliesse, will ich versuchen, die Haupterscheinungen der Entwickelungsgeschichte der Nerven zusammenzufassen und den Grad der Anteilnahme der verschiedenen Elemente festzustellen, mit denen wir es bei der Betrachtung der Entwickelung der einzelnen Nerven zu tun hatten.

Diese Elemente sind vor allem die Ganglienzellen, welche den Grundcharakter des Nervs bestimmen, der sich unter ihrer Mitwirkung bildet. Diese Zellen gruppieren sich zu verschiedenartigen Kernen und bilden das Hauptmoment ihrer Entwickelung. Von ihnen geht das Wachstum der Nerven aus. Ihrem Ursprunge nach, können die Ganglienzellen der Kerne der peripheren Nerven auf drei Grundgruppen zurückgeführt werden: erstens die Zellen, welche sich an der Ventralseite des Gehirns entwickeln, wo sie eine Reihe von Kernen bilden, welche eine mehr oder weniger deutliche segmentale Anordnung besitzen; diese Kerne unterscheiden sich bei ihrer Entwickelung scharf von dem umliegenden Gewebe des Zentralnervensystems durch den Umfang ihrer Zellen und die konstante Anordnung derselben. Diese Kerne bilden ausschliesslich die Zentren der motorischen Nerven, von denen zentrifugale Impulse ausgehen.

Zweitens—die Ganglienzellen, die sich aus Ganglienleisten, sei es erster oder zweiter Art, entwickelt haben. Diese Zellen gruppieren sich ausserhalb des Gehirns zu grösseren oder kleineren Kernen der Dorsalganglien. Ihr gemeinsames Merkmal ist eine dem Hirne möglichst nahe Gruppierung, die Innervierung der Zellen der vorhergehenden motorischen Zentren und die Rolle von Zwischenorganen zwischen den letzteren und den sensorischen Hautorganen. Bei Gruppierung der Ganglien differenziert sich nur eine unbedeutende Anzahl von Leistenzellen zu Ganglienzellen um, während der grösste Teil derselben die Strukturelemente des Ganglions bildet. Besonders

Entwickelung der motorischen Elemente im Zusammenhang mit der Reduktion der entsprechenden Ventralkerne.

deutlich tritt dies z. B. am G. Rami ophtalmici und an denen der epibranchialen Region zutage. Zu dieser Art von Zellen gehören auch die im Gehirne, im Dorsalkerne des Trochlearis, in der Retina, den Lobi olfactorii und endlich in der Epiphyse und den Ganglia habenulae, von denen weiter die Rede sein wird, gelegenen Ganglienzellen. Als gemeinsames Merkmal erscheint ihr Reagieren auf physikalische Eigenschaften des Mediums.

Die dritte Art von Ganglienzellen endlich befindet sich in der epibranchialen Region, wo sie sich um die epibranchialen Plakoden gruppieren, auf deren Kosten sich diese Zellen entwickeln. Ihr konstantes Merkmal ist ihre Lage in der epibranchialen Region, ihr Ursprung von den epibranchialen Plakoden und endlich der Umstand, dass ihre Nervenendigungen mehr oder weniger die Funktionen des Reagierens auf chemische Eigenschaften des Mediums beibehalten. Letzter Umstand scheint von der ursprünglichen Tätigkeit der Plakoden als Sinnesorgane, welche auf den Sättigungsgrad des die Kiemen bespülenden Wassers mit Sauerstoff reagierten, vererbt zu sein. Zu den epibranchialen Plakoden gehören, wie es scheint, auch die stark umgebildeten Sinnesorgane der zwei ersten Segmente, nämlich die Linse und das Richgrübchen, von denen das letztere sowohl die Fähigkeit Ganglienzellen zu bilden, als zugleich auch die Funktion eines Sinnesorgans, welches auf chemische Eigenschaften des Mediums reagiert, bewahrt hat.

Weiter unten werde ich die segmentale Anordnung dieser Kerne noch näher betrachten und versuchen, dieselbe auf einen gemeinsamen Plan zurückzuführen. Jetzt gehe ich zur weiteren Klarlegung der an der Bildung der peripheren Nerven beteiligten Elemente über, nämlich zur Abstammung der Begleitzellen der Nerven.

Es ist, wie schon gesagt, unmöglich den Ursprung dieser Zellen auf Grund konkreter Tatsachen zu bestimmen. Nur ein Vergleich der Tatsachen, welche das Auftreten dieser Zellen bei den verschiedenen Nerven charakterisieren, giebt uns eine gewisse Möglichkeit dieser Frage näher zu treten. Der Ursprung dieser Zellen wird, wie schon gesagt, drei verschiedenen Quellen zugeschrieben. Erstens den aus dem Gehirne migrierenden Zellen, zweitens—den Mesenchymzellen, und drittens den Ganglienleistenzellen. Wollen wir der Reihe nach betrachten, wie weit eine jede dieser drei Erklärungen mit den Erscheinungen in der Entwickelung der peripheren Nerven

übereinstimmt. Zu Gunsten der Bildung aus migrierenden Zellen spricht ihr massenhaftes Vorhandensein am Gehirne bei einigen Ventralnerven, z. B. beim Oculomotorius, wobei sich auf Schnitten einige Zellen im Uebergange zwischen Hirn und Nerv befinden. Endlich müssen auch Carpenter's Befunde als sehr wichtig gelten, welche den Unterschied der Struktur der Zellen des umliegenden Gewebes von derjenigen der Begleitzellen betreffen.

Gegen die Migration der Begleitzellen spricht das charakteristische Fehlen von Begleitzellen während aller Entwickelungsstadien des Trochlearis im Gehirn und dem Austrittspunkt zunächstliegenden Abschnitt dieses Nervs, obgleich derartige Zellen im Distalabschnitt vorhanden sind. Auf diese Weise muss der Ursprung dieser Zellen ausserhalb des Gehirnes gesucht werden und folglich muss die Annahme, dass die Begleitzellen ausschliesslich auf Kosten der aus dem Gehirne migrierenden Zellen gebildet werden, wegfallen. Ausserdem spricht gegen die Bildung der Begleitzellen durch migrierende Zellen noch die Entwickelung von solchen in den Distalabschnitten der Gagliennerven, wo zwischen denselben und dem Gehirne die ganze kompakte Ganglienmasse liegt.

Die Entstehung der Begleitzellen aus dem Mesenchym hat äusserst viel für sich. Die unbestimmten Beziehungen zwischen Mesenchym und Begleitzellen und der Umstand, dass meistenteils keinerlei Anzeichen einer spezifischen Zellendifferenzierung in demselben zu sehen sind, deuten mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass sich Mesenchymzellen den Nervenfasern anschliessen. Doch in einigen Fällen, wie z. B. bei der Entwickelung des Trochlearis und Oculomotorius, finden sich gewisse Tatsachen, welche gegen die Anteilnahme des Mesenchyms dabei sprechen. Beim Durchtritt durch das Mesenchym lassen sich an ersteren keine Begleitzellen bis an die Region, wo vereinzelte zurückgebliebene Elemente der Ganglienleisten angetroffen werden, beobachten; ausserdem finden wir im Mesenchym am Oculomotorius den Begleitzellen identische Zellen vor. Auf Grund dieser Umstände kann die Anteilnahme des Mesenchyms ausgeschlossen und die Hauptrolle den Ganglienleistenelementen zugeschrieben werden, da wir anerkennen können, dass gerade die im Mesenchym verstreuten Leistenelemente sich den Nervenfasern als Begleitzellen anschliessen.

Wie schon gesagt, lassen sich nur an gewissen Nerven ziemlich

wichtige Hinweise konstatieren, welche für die vorherrschende Anteilnahme der Ganglienleistenzellen sprechen. Doch ist es schwer anzunehmen, dass homologe Nerven einen verschiedenen Ursprung haben, weshalb wir, uns auf einzelne Fälle stützend, wo die Mitwirkung anderer Elemente ausgeschlossen werden muss, mit Recht behaupten können, dass die Ganglienleistenzellen den Hauptursprung der Begleitzellen bilden [1]).

Auf diese Weise können wir an den Ganglienleisten zwei hauptsächliche Richtungen der Entwickelung konstatieren. Die einen entwickeln sich zu Ganglienzellen, welche sich in Nervenknoten gruppieren, die in konstantem Verhältniss zu den übrigen Elementen des Nervensystems angeordnet sind, über deren morphologischen Wert weiter unten die Rede sein wird; die anderen haben eine ausschliesslich strukturelle Funktion. Letztere Rolle kommt ihnen bei der Ganglienentwickelung (besonders deutlich bei Entwickelung der Ganglien der epibranchialen Region, wo eine Menge Zellen der Periaxialstränge zu Begleitzellen umgebildet wird) und bei der Entwickelung der motorischen Nerven, wo wir in einigen Fällen scharfen Eigentümlichkeiten in der Entwickelung bei Verteilung der Begleitzellen, wie z. B. am Trochlearis, begegnen, zu.

Jetzt werde ich diese Frage nicht ausführlich betrachten und ihre morphologische Ursache weiter unten darzutun suchen; zum Schluss will ich nur der Rolle der Ganglienleisten bei der Entwickelung der Ganglien des sympathischen Systems erwähnen. Wie oben bereits erwähnt, besteht ein inniges Verhältniss zwischen dem Umfang der Ganglien des sympathischen Systems in ihrer ursprünglichen Gruppierung und der Anzahl von Ganglienleistenzellen, welche von den in Entwickelung begriffenen Ganglien des Dorsalnervs verbraucht werden; dieser Umstand weist darauf hin, dass auch hier wahrscheinlich anfangs eine einfache Gruppierung der Ganglienleistenzellen stattfindet. Die Ganglien des sympathischen Systems, welche sich in der Occipitalregion entwickeln, wo die Wurzeln der motorischen Nerven bedeutend reduziert sind, geben uns eine deutliche Vorstellung von dem Verhältniss ihrer ursprünglichen Grösse zu der

[1]) Wir haben um so mehr Grund uns auf diesen Standpunkt zu stellen, als wir im ersten und zweiten Paar Periaxialstränge auf das deutlichste die Umbildung der Ganglienleistenzellen in Begleitzellen der Zwischenstränge zwischen epibranchialen Ganglien und dem Gehirne verfolgen können.

bedeutenden Anzahl von Ganglienleistenzellen, welche infolge der Reduktion der dorsalen Ganglienreihe hier unverbraucht bleiben.

Am G. ciliare begegnen wir einem noch interessanteren Verhältniss der Leistenzellen zu diesem Ganglion, welches von den meisten jetzt als dem Knoten des sympathischen Systems homolog angesehen wird. Da seine Elemente sich vom umliegenden Mesenchym unterscheiden und die Struktur der Ganglienzellen derjenigen der Begleitzellen völlig entspricht, sieht Carpenter die ersteren als Homologa der letzteren und beide als aus dem Gehirne stammend an. Das Wesentlichste dabei ist, dass das Ganglion sich aus Zellen zusammensetzt, die sich vom Mesenchym bedeutend unterscheiden. Ich werde jetzt weder Argumente gegen die Wechselbeziehungen dieser Zellen anführen, noch ihre Abstammung von den Ganglienleistenzellen nachweisen, was ich zu tun schon oben Gelegenheit gehabt habe; ich will nun direkt zu dem folgenden, von Carpenter erwähnten Punkt übergehen, nämlich zu der Beziehung dieses Ganglions zum G. Rami opthalmici. Besonders interessant ist die Migration der Ganglienzellen dieses letzteren in das G. ciliare, weil daraus der Ursprung der sensiblen Elemente der Ganglien des sympathischen Systems überhaupt erhellt. Dabei treten die gegenseitigen Beziehungen dieser letzteren und der Ganglienleisten zueinander deutlich hervor und die partielle Abstammung ihrer Zellen von den Ganglienleistenelementen kann keinem Zweiffel unterliegen.

Nur ein anderes, äusserst wichtiges Element der Ganglien des sympathischen Systems, nämlich ihre motorischen Neuroblasten scheinen aus dem Gehirn zu migrieren. Diese migrierenden Elemente gaben wahrscheinlich Anlass die ganze Masse der Begleitzellen und sämmtliche Zellen der sympathischen Ganglien zu den aus dem Gehirne migrierenden Hirnelementen zu rechnen. Doch schon das Vorhandensein einer derartige Zellenmigration ausschliesslich in der Entwickelungsregion der Kerne macht diese Annahme unwahrscheinlich und lässt nur die Migration einzelner motorischer Neuroblasten zu. Auf letztere müssen die Angaben Balfour's, Carpenter's und anderer über die Migration der Hirnelemente längs den Fasern der motorischen Nerven, welche, ihrer Ansicht nach, die Begleitzellen und die Ganglien des sympathischen Systems bilden, bezogen werden. Auf diese Weise erscheinen als Hauptelemente der Ganglien des sympathischen Systems die motorischen Ganglien-

zellen, welche aus den Ventralkernen migrieren und die sensiblen Ganglienzellen, welche aus den Ganglien der dorsalen Reihe migrieren oder sich vielleicht direkt aus gewissen Elementen der Ganglienleisten entwickeln, welche die Ganglien des sympathischen Systems präformieren.

Letzteren kommen ausserdem die strukturellen Funktionen in den Ganglien dieses Systems zu. Diese Beziehungen der Elemente, welche an der Ganglienentwickelung teilnehmen, zueinander müssen als Ursache der Reduktion des Ganglions der Occipitalregion angesehen werden, da die Reduktion der motorischen Kerne hier eine unvollkommene Entwickelung der motorischen Elemente desselben nach sich zieht.

Bevor ich zur Betrachtung einiger Grundgesetze der Entwickelung der peripheren Nerven übergehe, muss ich noch die gegenseitigen Beziehungen der Ganglienzellen der obengenannten drei Ursprungsquellen näher besprechen. Jetzt werde ich diesen Punkt nicht eingehend behandeln, da dies bequemer bei der morphologischen Betrachtung derselben zu tun sein wird; ich will nur der allgemeinen Hauptmomente erwähnen, welche für dieselben anzuführen sind. Eigentlich kann die Abstammung der Ganglienzellen aller dreier Arten auf die Umwandlung der Zellen von segmental angeordneten ektodermalen Plakoden zurückgeführt werden, deren Zellen sich teilweise herabsenken, teilweise im Ektoderm erhalten bleiben und in beiden Fällen dieselben Umbildungen erleiden. Gleichzeitig mit ihrer Umwandlung senken sich die Plakodenzellen mehr oder weniger ins umgebende Mesenchym ein und bilden ausserhalb des Gehirnes Nervenknoten—die Ganglien. Am deutlichsten tritt der Zusammenhang der Ganglienzellen mit den Plakodenzellen an den Ganglien der epibranchialen Region und am Riechnerv hervor, wo wir deutlichen Phasen dieser Einsenkung der Zellen ins Mesenchym begegnen und die Entwickelung von Nervenkernen aus denselben verfolgen können.

Weniger deutlich erkennen wir diese Plakoden, infolge der Ausbildung des Neuralrohrs und der dabei stattfindenden Störung der primitiven Beziehungen des Ektoderms zum äusseren Medium, in den ventralen motorischen Kernen des Gehirns, deren Zellen sich zu identischen Verdickungen des Ektoderms der Hirnwände gruppieren, welche durch sekundäre Entwickelungsprozesse des Neuralrohrs

mehr oder weniger verborgen werden. Gleich den Zellen der übrigen Plakoden senken sich ihre Elemente zur Bildung homodynamischer motorischer Zentren im Mesenchym, und zwar in den Ganglien des sympathischen Systems.

Endlich lässt sich bei den Wirbeltieren in mehr oder weniger verborgener Form eine dritte Reihe von Plakoden erkennen, welche an den Rändern der Nervenwülste liegen, weshalb sie meistens bei Ablösung des Neuralrohrs, dank dem dabei stattfindenden Zerfall des Nervengewebes dieser Region, wegfallen. Uebrigens muss erwähnt werden, dass hier, ausser dieser mechanischen Ursache ihres Verschwindens, das Vorhandensein von Ganglienleisten zweiter Art darauf hinweist, dass die Zellen einiger Distrikte der Nervenwülste (welche, wie es scheint, segmental angeordnet sind) sich gleich den Elementen der übrigen Plakoden selbständig ins Mesenchym einsenken. Im Zusammenhang mit der Entwickelung aus denselben schon spezieller sekundärer Hirnzentren (was wir weiter unten betrachten werden) im vorderen Kopfabschnitt, erhalten sich diese Plakoden im Hirn, wo sie als Ursprungsquelle verschiedener Bildungen auftreten, welche zu den Ventralplakoden des Neuralrohrs dieselben Beziehungen bewahren, wie ihre ins Mesenchym eingesenkten Homologa im Rumpfe. Damit steht in diesem Teil des Neuralrohrs der Umstand im Zusammenhang, dass bei der Entwickelung des Gehirns eine grössere Ektodermfläche eingenommen wird und sich die Dorsalseite des Gehirns im ursprünglichen verdickten Zustand erhält. Als Uebergangsbildung zwischen diesen zwei Arten von dorsalen Plakoden erscheint die Plakode des Segments Nervi trochlearis mit ihrem dorsalen Kern und mit ihrem, von Froriep für Torpedo und von Hoffmann für die Reptilien nachgewiesenen äusseren Sekundärabschnitt, dem Ganglion desselben Nervs. Besonders deutlich tritt dieses letztere bei Schildkröten hervor, wo dasselbe als ein, von den Nervenfasern unabhängiges Ganglion erscheint, welches sich später dem Ganglion des R. ophtalmicus anschliesst.

Ebenso überzeugend ist der Uebergang an der Plakode des Epiphysensegments in ihrem äusseren Auftreten bei den Haien, wie z. B. bei Squalus—in Gestalt des N. thalamicus, die Erhaltung in ihrem innerhalb der Wände des Neuralrohrs gelegenem Abschnitt einer primären paarigen Anlage, im Zusammenhang mit der weiten

Entfernung von der Berührungslinie der Wülste, und endlich das Vorhandensein bei manchen Gruppen, wie z. B. bei Petromyzon, im äusseren Abschnitt dieser Plakode, der Epiphyse, eines Herabsinkens der Zellen, welche eine unabhängige gangliöse Zwischenmasse bilden.

Indem ich nun den histologischen Teil abschliesse, will ich nochmals hervorheben, dass die Hauptfaktoren bei der Entwickelung der Nerven die Ganglienzellen bilden, welche sich zu bestimmten Zentren gruppieren, die in mehreren Längsreihen angeordnet sind. Die Fortsätze dieser Zellen bilden die Nerven, welche anfangs ausschliesslich als Plasmafortsätze auftreten, die durch das Zwischengewebe, sei es Mesenchym oder Hirngewebe, in der Richtung der von ihnen innervierten Muskel- oder Ganglienzellengruppe vorwachsen. Diese Fortsätze wachsen in einer Richtung, die durch eine Reihe mechanischer Ursachen, welche einerseits von der Struktur des Gewebes abhängen, durch welches sie in der für sie günstigsten Richtung vorwachsen, und andererseits von den physikalisch-chemischen Taxis der Ganglienzellen bestimmt werden, welche sich in denselben phylogenetisch ausbilden und das Verhältniss der Fortsätze zum Endpunkte der Innervierung bestimmen. Diese letzteren Faktoren ziehen eine ganze Reihe von Erscheinungen nach sich, welche mit dem Einfluss der Funktionen der Ganglienzellen im Zusammenhang stehen, die in denselben die spezifischen physikalisch-chemischen Taxis ausgebildet haben, wodurch diese Zellen in einzelne scharf abgegrenzte morphologische Gruppen zerfallen. Diese Gruppen werde ich im folgenden Abschnitt betrachten.

Ein konstanter Zusammenhang des Nervs mit einem bestimmten Muskel während der Entwickelung lässt sich nicht beobachten und, wie schon mehrfach erwähnt, kann ein gewisser grösserer oder geringerer Nervenabschnitt die normale Kombination völlig stören.

Es scheint mir, dass dieser Umstand gegen einen primären Zusammenhang spricht, ebenso wie die absolute Unmöglichkeit einer solchen bei Erscheinungen wie die Innervierung durch den Trochlearis des Muskels der gegenüberliegenden Seite, worauf Neal ganz richtig hinweist, oder die Vereinigung der motorischen Bündel des Trigeminus mit dem Oculomotorius. Abgesehen von den höchst ungenügenden abstrakten Argumenten, welche zu Gunsten dieser Theorie angeführt werden und uns dem Verständniss des Nerven-

wachstums eigentlich gar nicht näher bringen, widersprechen auch die übrigen Angaben, die sie ünterstützen sollen, einer ganzen Reihe von Vorgängen, die bei der Nervenentwickelung beobachtet werden. Gegen die letzteren Argumente führen wohl die Anhänger des primären Zusammenhanges als starke Stütze die Unvollkommenheit der embryologischen Technik an, welche, ihrer Meinung nach, in den beobachteten Tatsachen keine genügende Begründung finden lässt, um darauf eine Widerlegung ihrer Hauptthese zu basieren. Die Entscheidung dieser Frage muss, ihrer Ansicht nach, so lange aufgeschoben werden, bis eine neue, vollkommenere Technik alle Zweifel aufhebt und, wie sie überzeugt sind, ihren Standpunkt bestätigt. So lange, meinen sie, muss die Entscheidung dieser Frage in Betrachtungen über den wahrscheinlichsten Entwickelungsgang der Nerven bestehen.

Diese letzte Ansicht hat eine grosse Bedeutung erworben, weshalb ich eingehender auf die Hauptargumente ihrer Anhänger eingehen will. Es sind ihrer zwei: 1) das Vorhandensein einer konstanten Verbindung zwischen Muskel und Nerv, welches als Kriterium zum Feststellen der Homologie der Muskeln angenommen wird und 2) die Leichtigkeit, bei Annahme eines primären Zusammenhanges, das Auffinden des Muskels seitens Nervenfasern zu erklären. In erster Linie ist es interessant auf die Einseitigkeit dieser Argumente hinzuweisen, die nur die motorischen Nerven, und keineswegs die sensiblen Fasern im Auge haben. In der Tat ist der absolute Mangel eines primären Zusammenhanges zwischen dem epibranchialen Ganglion und den von ihm innervierten Gehirnkernen ganz offenbar, ebenso wie zwischen dem Dorsalganglion und dem Ventralkerne des ihm entsprechenden Segments, wenn in diesen Fällen die Ganglienleistenzellen nicht als primäre Verbindung angesehen werden sollen. Doch wie entsteht in diesem Fall das sonderbare Bild einer Wurzelbildung ausserhalb der Anordnungslinie der Leistenzellen? Die Anordnung der Ganglienleistenzellen kann uns ausserdem die Richtung der Fasern bis zum Neuralrohr erklären; letztes erscheint um diese Zeit jedoch auch nur als undifferenziertes kompaktes Gewebe, in welchem die sich differenzierenden Kerne liegen; diese sind es aber gerade, welche von den Ganglienzellenfasern der sensiblen Ganglien aufgefunden werden müssen. Um ein vollständiges Bild zu erhalten, wären wir gezwungen einen

primären Zusammenhang in der Wandung des Neurolrohrs anzunehmen, eine Verbindung, welche unbegreiflicher Weise in einem dichten Gewebe zwischen noch undifferenzierten Ganglienzellen bestehen sollte (bei Entwickelung der Gehirntrakte), oder (bei Verbindung der ausserhalb des Gehirnes liegenden Ganglien mit den Ganglienzellen), zwischen den undifferenzierten Ganglienzellen des Neuralrohrs und den gleichfalls noch undifferenzierten Ganglienzellen, welche sich erst zu dem Punkt begeben, wo sie mit andern homologen Zellen vereint eine Ganglienanlage bilden. Diese Erklärung ist eine so offenbar gesuchte, dass in diesem Fall gewöhnlich anstatt eines einzelnen Kernes das ganze Neurolrohr als das Endziel der Fasern der sensiblen Nerven angesehen wird; dann müssten wohl aber auch für die motorischen Nerven die von ihnen innervierten Muskeln nicht geschieden werden und es müsste von einem primären Zusammenhange des Neuralrohrs (eines Ektodermdistrikts) mit ganzen Mesodermdistrikten, in denen, als kleine Inseln die noch undifferenzierten, von den Fasern eines Zentrums innervierten Muskelanlagen sich befinden, die Rede sein; andernfalls wäre die Verschiedenheit des Kriteriums zu offenbar. Uebrigens kommt etwas ähnliches in Wirklichkeit zustande, wenn als entschiedener Beweis des Vorhandenseins eines primären Zusammenhanges, das Anliegen des Somiten an das Neuralrohr angenommen wird, oder eigentlich das Anliegen an das Neuralrohr einzelner Mesodermdistrikte, aus denen sowohl die Muskeln, als auch das Skelett gebildet werden und in welche sich beinahe das ganze Mesoderm des Embryos einteilt. Die Muskelanlagen erscheinen hier als ebensolche Inseln, wie die Kerne im Neuralrohr und noch dazu als ebenso undifferenzierte wie diese. Selbstverständlich können so weit gehende Beweise nicht widerlegt werden, denn den primären Zusammenhang des Neuralrohrs (warum nicht dann des ganzen Ektoderms?) mit dem Mesoderm zu bestreiten—erscheint mir zum mindesten unnütz.

Was die Beweise anbetrifft, die zu Gunsten dieser Meinung angeführt werden, so muss ich darauf hinweisen, dass der erste an und für sich ungenau ist. Abgesehen von den oben angeführten Umständen, wie dem Vorbeiziehen des Nervs am Muskel und der Bildung neuer Kombinationen, ist es noch ungemein schwer von einer Homologie der Myotome nach den sie innervierenden Nerven zu reden: so werden z. B. das vierte und fünfte Myotom des

Neunauges nach Koltzoff durch den Nerv des sechsten Myotoms innerviert, und wir haben es folglich in diesem Falle mit einem offenbaren Widerspruch zu tun.

Ebenso wenig exakt ist es von einer Homologie des M. rectus externus zu reden, dessen Bildung im Zusammenhang mit einem Nerv, der auf Kosten mehrerer Segmente entsteht, die Frage ganz annulliert, da ein primärer Zusammenhang des Muskels des vorderen Segments mit dem im folgenden Segment des Neuralrohrs gelegenen Kerne zustande kommt. Vom Trochlearis will ich gar nicht reden: der Versuch seine Entwickelung mit dem Vorhandensein eines primären Zusammenhanges in Einklang zu bringen, führte zu einer höchst unwahrscheinlichen Hypothese über seine Entwickelung in Verbindung mit der Verschiebung der Epiphysen. In der Tat wird ein primärer Zusammenhang zwischen dem Mesoderm der einen Seite und dem Nervenkern der entgegengesetzten durch das Vorhandensein der Nervenrinne vollständig widerlegt. Dazu kommt noch in Betracht, dass in diesem Kopfabschnitt bei höheren Wirbeltieren keine Somiten entstehen, und dass also ein primärer Zusammenhang zwischen der noch nicht vorhandenen Muskelanlage und dem Neuralrohr ohne deren Vermittelung festgestellt werden muss, oder, mit anderen Worten, ein primärer Zusammenhang zwischen den einzelnen Zellen des Neuralrohrs (den Ganglienzellenanlagen des Kerns dieses Nervs, welche noch nicht differenziert sind) und den einzelnen Zellen der späteren Muskelanlagen, welche noch im Mesenchym verstreut sind und sich noch dazu an der entgegengesetzten Seite des Embryos befinden.

Ebensowenig lässt sich behaupten, dass mit Annahme des primären Zusammenhanges der Umstand begreiflicher wäre, dass die Nervenfasern die durch sie innervierten Zellen auffinden; denn in diesem Fall müsste die Möglichkeit einer Verbindung ausschliesslich in einer bestimmten Richtung zwischen Muskelanlage und Nervenkern nachgewiesen werden, was bei der existierenden Vorstellung von derselben, als eines Zusammenhanges des Neuralrohrs mit dem Somiten, wenn weder Muskel, noch Kern differenziert sind, keineswegs zulässig ist.

Noch sonderbarer wird es, wenn wir die Wirbellosen betrachten, wo wir es bei einigen Formen mit einzelnen, im Ektoderm verstreuten Zellen zu tun haben. Der primäre Zusammenhang müsste in

diesen Fällen als zwischen allen Zellen des Organismus vorhanden angesehn werden. Auf welche Weise später dieser Zusammenhang sich zwischen den einzelnen Zellen differenziert, bleibt noch räthselhafter, als das Auffinden des innervierten Punkts durch den Ganglienzellenfortsatz. Das Wunderbare dieser letzten Erscheinung muss viel eher der ersten zugeschrieben werden, wenn überhaupt ein derartiges Kriterium bei Erklärung der Entwickelungsgeschichte der Organismen angewandt werden soll.

Nach diesem kurzen Ueberblick der Histogenese der Nerven gehe ich zur Morphogenese der Kopfnerven über.

KAPITEL II.

Morphogenese der Kopfnerven.

In der vorliegenden Uebersicht der Morphogenese der Kopfenerven war ich bestrebt diejenigen Grundelemente des Nervensystems festzustellen, welche den Grundplan des Baues desselben bei den Wirbeltieren bedingen, und deren Veränderungen in den Kopfsegmenten unter dem Einfluss der hier vor sich gehenden Ausbildung der zentralen koordinierenden Tätigkeit des Nervensystems zu verfolgen.

Da meine Folgerungen, wollte ich dieselben ausschliesslich auf dem Bau des Kopfabschnittes des Nervensystems der Vögel basieren, einen grossen Teil ihres Interesses eingebüsst hätten, so schien es mir geboten dieselben durch Vergleich mit dem Nervensystem anderer Wirbeltiere zu ergänzen. Zum Teil war ich bei mangelhaft erforschten Tiergruppen auf selbständige Untersuchungen angewiesen, so z. B. bei den Mammalia und Reptilien, zum Teil konnte ich mich schon vorhandenen Literaturmaterials bedienen, z. B. in bezug auf die Haie, Neunangen, Amphibien und Amphioxus.

Meine Aufgabe bestand dabei ebenfalls in der Hervorhebung der dem Nervensystem aller Vertreter der Wirbeltiere gemeinsamen Grunderscheinungen. Auf diese Weise war mein Bestreben darauf gerichtet gewissermassen den Architypus [1]) des Baues des Nervensystems festzustellen oder, besser gesagt, das allgemeine Prinzip, welches den Grundplan des Baues des Nervensystems bei allen Klassen der Wirbeltiere bedingt, zu bestimmen.

Da diese Fragestellung in einem gewissen Widerspruch zu dem am meisten verbreiteten Bestreben die Phylogenie des in Frage stehenden Organsystems bei der betreffenden Tiergruppe festzustel-

[1]) Mit den Nahmen Architypus bezeichne ich nicht das Maximum der Strukturmerkmale, wie dies Owen annimmt, sondern das allgemeines Minimum.

len, steht, so scheint es mir geboten etwas näher auf die Motive einzugehen, welche mich dazu veranlassten diesen Gesichtspunkt beiseite zu lassen und mich dem Nachweise des Architypus zuzuwenden.

Schon die Auffassung der Phylogenie als einen kontinuierlichen Entwickelungsgang einer Tiergruppe begreift die Notwendigkeit einer Reihe von Veränderungen im Bau des tierischen Organismus in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge in sich. In der Tat stellen drei gleichzeitig lebende Tierformen A, B und C, die miteinander durch kontinuierliche Uebergänge in bestimmter Richtung verbunden sind, nicht aufeinander folgende Stadien des phylogenetischen Werdeganges dar, sondern bilden als Zeitgenossen die Endpunkte selbständiger Entwickelungswege, die einander in verschiedenen Epochen kreuzen. Wir sind infolgedessen nicht berechtigt dieselben als aufeinander folgende Stadien des phylogenetischen Entwickelungsprozesses zu einander in Beziehung zu bringen, sondern können nur suchen jene neutrale Urform (bezeichnen wir dieselbe durch X.), von welcher die drei Aeste, deren Endpunkte die Formen A, B und C bilden, ausgehen, zu konstruieren. Diese Form, deren Bau einen auf alle drei Formen, A, B und C, veralgemeinerten Charakter zeigt, bildet den Ausgangspunkt der drei erwähnten Entwickelungsrichtungen, deren Endpunkte die im Moment des Studiums lebenden, durch A, B und C bezeichneten Formen bilden.

Der Bau dieser Form bildet dabei keineswegs einen Uebergang zwischen demjenigen der Formen A, B und C oder, mit anderen Worten, zwischen den im Laufe der Evolution der Aeste A, B und C erreichten späteren Veränderungen, sondern stellt eine Kombination der maximalen Anzahl von Merkmalen dar, welche allen diesen Formen gemeinsam sind und den Boden für die Weiterentwickelung ihrer Organsysteme bilden. Diesen unseren genauen Bestimmmung zugänglichen Merkmalen gesellt sich noch eine unbestimmte Anzahl solcher Organisationszüge der Urform hinzu, welche sich entweder nur in einigen Aesten erhalten haben oder selbst ganz verschwunden sind und sich daher unserer direkten Beobachtung entziehen. Selbstverständlich wird, durch einen je bedeutenderen zeitlichen Abstand der Untersuchungsmoment von dem Punkte X getrennt wird oder, mit anderen Worten, beim Studium immer grösserer Klassifikationseinheiten, die Zahl der ersteren

Merkmale stetig abnehmen, während die der letzteren im Gegenteil stetig anwachsen wird, so dass der Bau des Urtypus gerade dem Extrakt des Baues sämtlicher Organismen der betreffenden Klassifikationseinheit entspricht, dessen Vorhandensein es uns gestattet alle Bestandteile dieser Gruppe zu einem gemeinsamen Zentrum zurückzuführen. Mit anderen Worten haben wir es hier mit den für die ganze Abteilung charakteristischen Zügen zu tun, welche deren systematische Unterscheidung veranlassen.

Wenden wir uns der nebenstehenden Figur (Textfig. 21,3), der Darstellung dieser Wechselbeziehungen zu und betrachten wir die Bedeutung der einzelnen, diese Punkte mit einander verbindenden Linien.

Wir betrachten alle drei Punkte A, B und C gleichzeitig, mit anderen Worten, wir führen gewissermassen einen Schnitt durch die drei Aeste, in denen sie liegen, und untersuchen die Endpunkte

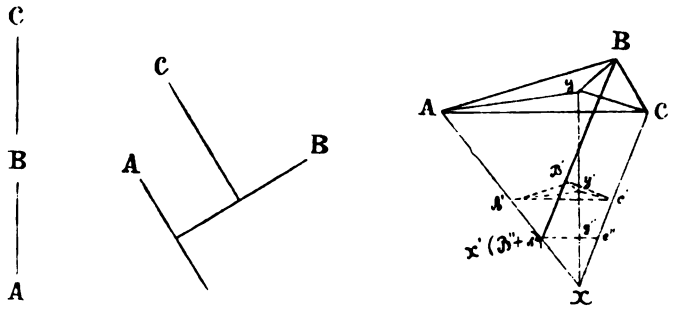


Fig. 21.

derselben, die sich in unserer Schnittebene befinden. Folglich wird die Entfernung dieser Ebene von dem Punkte X als Massstab des seit dem Selbständigwerden der Aeste von dem Punkte X aus bis zum Beobachtungsmoment verflossenen Zeitraumes dienen. Diese Entfernung kommt in der vom Punkte X zu der Ebene ABC gefällten Senkrechten zum Ausdruck.

Die Richtung der Linien AX, BX und CX weist auf die Beziehungen der Punkte A, B und C zum Punkte X und gleichzeitig auf die Evolutionsrichtung dieser Aeste hin, folglich können die Winkel zwischen den letzteren und der vom Punkte X aus auf die Ebene ABC gefällte Senkrechten als quantitativer Massstab des Abweichungsgrades vom Bau der Ausgangsform dienen oder, wenn wir die schematischen relativen Grössen nehmen, so werden die Linien

Ay, By und Cy die relative Abweichung dieser drei Formen von der Urform X im Beobachtungsmoment darstellen. Die Winkel zwischen den Linien Ay, By und Cy werden die quantitative Grösse der Abweichung in der Entwickelung der Aeste A, B und C im gegebenen Moment voneinander bezeichnen, oder die Linien AB, BC, CA werden uns, infolge der Unmöglichkeit den Grad dieser Abweichungen genau zu determinieren, zur Bezeichnung des relativen Unterschiedes zwischen dem Bau dieser Formen im gegebenen Moment dienen.

Dieses Schema gewinnt in Wirklichkeit eine äusserst komplizierte Konfiguration dank der höchst mannigfaltigen Evolutionsrichtung der verschiedenen Tierformen, und statt der drei, in unserem Schema angenommenen Aeste, begegnen wir einer unbegrenzten Anzahl derselben, die in den verschiedenartigsten Wechselbeziehungen zueinander stehen und während der verschiedensten Epochen auftreten.

Doch bleibt, trotz dieser Mannigfaltigkeit der Endformen und der infolgedessen grossen Kompliziertheit des Schemas, das Prinzip desselben doch das gleiche und die gleichzeitig lebenden Tierformen sind gleichermassen in einer Ebene gelegen und ist es folglich unmöglich von einer Konstruierung phylogenetischer Schemata zwischen denselben zu sprechen, da dieselben uns nur eine schematische Darstellung der allmählichen Uebergänge zwischen der Organisation dieser Tierformen ergeben werden.

Ein solches Schema entwirft uns, dank ihrer Einfachheit und Uebersichtlichkeit, ein äusserst verlockendes Bild der Entstehung der in Rede stehenden Tierformen, doch, abgesehen von den obigen Erwägungen, tritt in demselben notgedrungen eine subjektive Vorstellung von der den Ausgangspunkt des Schemas bildenden primitiven Form und der am höchsten organisierten, das Endziel desselben repraesentierenden Tierform auf.

Da hier nicht die Anzahl der den allgemeinen Bauplan des Prototypus verdunkelnden Erscheinungen, sondern die relative Primitivität oder Kompliziertheit der Organisation in Betracht gezogen wird, so stehen wir vor der Unmöglichkeit einer genauen Analyse der Frage von der Evolution des betreffenden Organsystems, denn die hier als Ausgangspunkt angenommene äusserst einfache allgemeine Organisation der Tierform kann in Wirklichkeit durch sekundäre

Erscheinungen bis zur Unkenntlichkeit verändert und die Folge von Konvergenzprozessen sein.

Ich will die obigen Erwägungen durch den Vergleich des vorhergehenden Schemas mit den Schemata der einfachen Phylogenie an den bereits erwähnten Formen X, A, B und C erläutern. Dank dem Vorhandensein eines allmählichen Komplizierterwerdens der allgemeinen Organisation in der Richtung A—B—C würde sich das phylogenetische Schema durch einfache lineare Darstellung der gegenseitigen Beziehungen dieser Formen zueinander so gestalten, wie sie die Zeichnung № 21,1 wiedergiebt, oder, wollten wir den Begriff der Uebergangsformen einschalten, so wie die Zeichn. № 21,2 wo in beiden Fällen die Entfernung zwischen zwei Punkten gleichzeitig sowohl den quantitativen Grad der allgemeinen Organisationshöhe, als auch den bis zur Erreichung derselben verflossenen Zeitraum wiedergeben würde. In beiden Fällen würden wir zu einer ganz unwahrscheinlichen Vorstellung von der Erhaltung und gleichzeitigen Existenz aufeinanderfolgender Stadien ein und desselben Evolutionsprozesses gelangen. Im zweiten Falle würde es für uns ausserdem ganz unverständlich bleiben, was wir unter diesen den Zusammenhang vermittelnden Uebergangsformen zu verstehen haben.

Wenn wir nun diese beiden Schemata mit dem Schema № 21,3 vergleichen, so drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass dieselben beide die Wechselbeziehungen der Organisation der Formen A, B und C im Untersuchungsmoment illustrieren und der Linien darstellen, welche die Richtung der Uebergänge zwischen der selben in der Ebene ABC wiedergeben und folglich an und für sich keinerlei Licht auf die Phylogenie dieser Formen werfen können.

Sind wir zu dieser Ueberzeugung gelangt, so tritt uns unwillkürlich die Frage entgegen, was sich denn eigentlich durch Anwendung der uns augenblicklich zu Gebote stehenden Methoden zur Aufklärung der Phylogenie erreichen lässt.

Von den drei uns bekannten Methoden giebt uns die vergleichend-anatomische (cf. Schema Textfig. 22 a), welche sich lediglich mit der Vergleichung der Organismen in ihrer endgültigen, im Untersuchungsmoment erreichten Zustande befasst ohne die Differenzierungsprozesse dieser Organisation in Betracht zu ziehen, die Möglichkeit nur eine Reihe von Uebergängen in der Ebene des Untersuchungs-

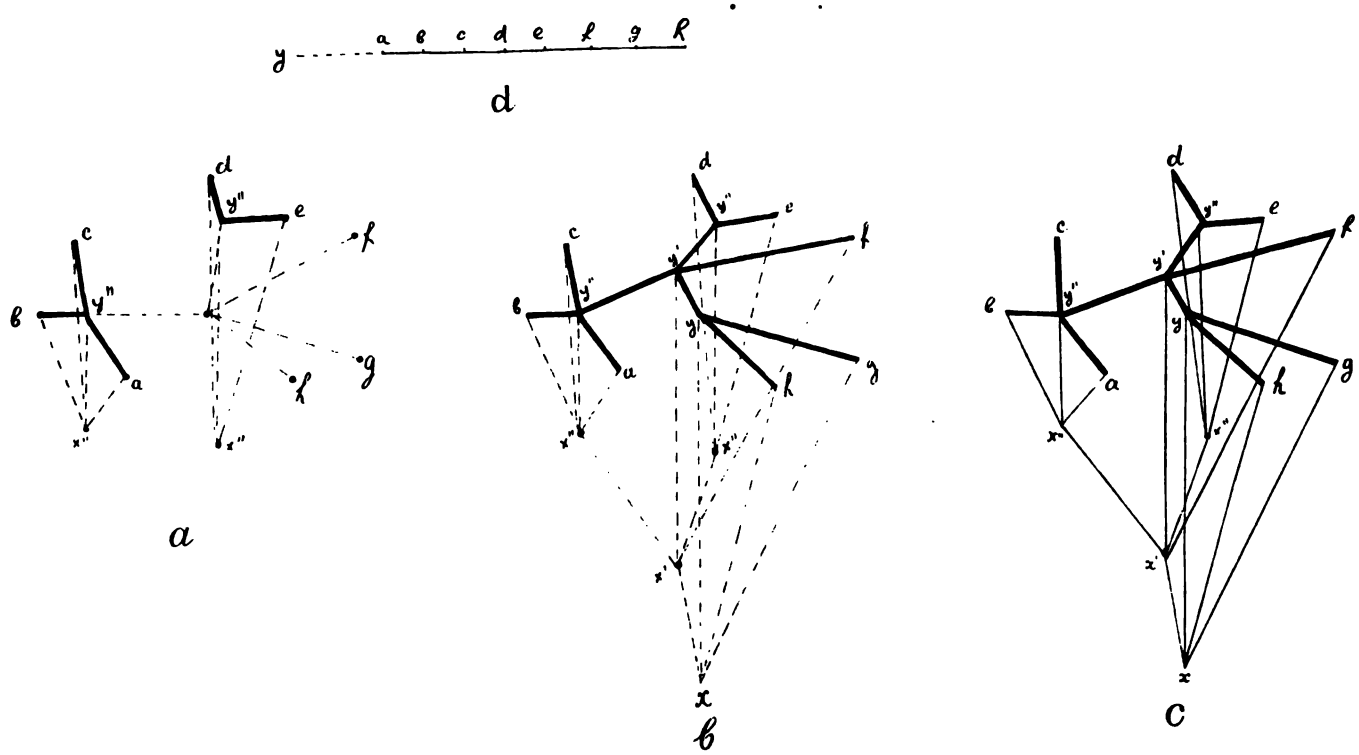


Fig. 22.

momentes festzustellen. Da die Bildungsprozesse dieser Organisationen dabei ganz ausser Acht gelassen werden, so lässt sich von derselben an und für sich auch keinerlei Lösung phylogenetischer Fragen erwarten, sondern dieselbe beschränkt sich nur auf Herbeischaffung von Material zur Bestimmung des Baues des Architypus der in Rede stehenden Tierformen und des relativen Verwandtschaftsgrades mit demselben der einen oder anderen dieser Organismen, ohne dabei die Frage zu berühren, ob dies durch sekundäre konvergierende Entwickelungsprozesse erreicht worden ist, oder nicht. Das Resultat ist infolgedessen nur die Bestimmung der gegenseitigen Lagebeziehung dieser Tierformen in der dem Untersuchungsmoment entsprechenden Ebene ABC.

Da die vergleichend-anatomische Methode nun nicht weiter auf die Vergleichung der Bildungsprozesse der Endpunkte im Bau der Organsysteme der gleichzeitig lebenden Tierformen eingeht und ihre ganze Aufmerksamkeit dem Studium des erwachsenen Organismus mit ausgebildetem Bau der Organe zuwendet, so sind derselben infolgedessen hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, nur die jüngsten Umwandlungen, deren erstes Auftreten noch in eine vom Untersuchungsmoment verhältnissmässige weit zurückliegende Epoche fällt, zugänglich. Denn diese jüngsten Umwandlungen in den Organsystemen und in manchen Fällen sogar die letzteren in ihrem ganzen Umfange benötigen, als verhältnissmässig durch nachfolgende Entwickelungsprozesse wenig verdunkelte, keiner Rekonstruktion der Anfangsstadien durch das Studium der Ontogenie.

Die vergleichend-embryologische Methode (cf. Zeichn. № 22, b) betritt schon den Weg eines vergleichenden Studiums der Bildungsprozesse der einen oder anderen Endstadien der Organstruktur der heutigen Tierformen. Infolgedessen giebt uns dieselbe schon die Möglichkeit die ältesten Umwandlungen derselben, die bereits einen eintscheidenden Einfluss auf ihren Grundplan ausgeübt haben und die dem vergleichend-anatomischen Studium naturgemäss entgehen mussten, zu konstatieren. So gestattet uns die vergleichende Embryologie tiefer in die von uns konstruierte Pyramide einzudringen und die Trennungspunkte in gewissen näher liegenden Ebenen hervorzuheben, welche mit den Abweichungen voneinander älterer Bildungen im Zusammenhang stehen, die schon nicht mehr direkt von den heute vorhandenen Existenzbedingungen abhän-

gen, wie z. B. die gegenseitigen Beziehungen der Nervenzentren im Segment zueinander, die bei wasserlebenden, fliegenden und Landtieren die gleichen bleiben.

Doch trotz der Möglichkeit gewisse Zyklen einiger früheren Epochen zu rekonstruieren, stehen wir jeglicher Bestimmung der Aufeinanderfolge der Trennung dieser Zyklengruppen mit Hülfe der vergleichend-embryologischen Methode ratlos gegenüber, da wir jeder Möglichkeit beraubt sind die Gleichzeitigkeit der einen oder anderen Momente der Bildung der einzelnen Organsysteme zu bestimmen und folglich nur imstande sind einzelne Idealtypen des Baues derselben zu rekonstruieren, ohne dabei der Frage von der gleichzeitigen Existenz dieser Grundtypen näher zu treten. Infolgedessen sind wir nicht imstande die Aufeinanderfolge des Auftretens der Abweichungen zu bestimmen und können nur auf Grund der vergleichend-embryologischen Daten die alten Zyklen der gleichzeitig lebenden Tierformen konstatieren. Diese Zyklen müssen den Ausgangspunkt bei der vergleichend-anatomischen Untersuchung bilden, als einziges Kriterium zur Aufklärung der Konvergenzprozesse in den neueren Umwandlungen sowohl der ältesten, als auch besonders der jüngeren Organsysteme, die ihren Ursprung den spezifischen Existenzbedingungen des Organismus verdanken, dessen Bau durch die vorangegangenen Evolutionsprozesse in anderen Organsystemen bedingt wurde. Beim vergleichend-anatomischen Studium dieser Organsysteme, z. B. des Skeletts, muss man, wie mir scheint, stets deren dem allgemeinen Bauplan des Tieres, der durch die spezifische Struktur der ältesten Organsysteme bedingt wird, untergeordnete Bedeutung und folglich auch die Wahrscheinlichkeit bedeutender Konvergenzprozesse bei gleichem Bauplan und ähnlichen Lebensbedingungen im Auge behalten.

Auf diese Weise geben uns diese beiden Methoden die Möglichkeit in der Ebene ABC bestimmte Zyklen, die durch gemeinsame Prototypen zu einander in Beziehung stehen, nachzuweisen und die Organisation dieses Prototypus, als Minimum der gleichzeitig bei allen zu vergleichenden Tierformen auftretenden Charakterzüge, zu rekonstruieren.

Das Studium der Paläontologie endlich (cf. Textfig. 22, c) giebt uns die Möglichkeit der völligen Rekonstruktion der phylogenetischen Prozesse, da wir in diesem Falle den Wechsel der

Entwickelungsphasen in ihrer zeitlichen Aufeinanderfolge rekonstruieren können. Leider sind jedoch unsere paläontologischen Daten äusserst lückenhaft und bieten uns Material zum Studium nur eines Organsystems, nämlich des Skeletts. Auf der nebenstetenden Textfig. 22 habe ich versucht den Vergleich der Bedeutung dieser drei Methoden und deren qualitativen und quantitativen Unterschied in der Aufklärung der Wechselbeziehungen der Tiere wiederzugeben.

Bei der morphologischen Analyse der Ontogenese des Nervensystems habe ich infolgedessen die phylogenetischen Fragen im Sinne einer Ableitung des Baues des Nervensystems irgend einer Gruppe von demjenigen einer anderen ganz ausser Acht gelassen und mein Augenmerk ausschliesslich auf die Rekonstruktion des Prototypus desselben und auf den Nachweis der quantitativen und qualitativen Umwandlungen in demselben bei den verschiedenen Wirbeltieren im Vergleich zu dem Bau desselben beim Prototypus (cf. Textfig. 22, d) gewandt.

Das aus dieser Gegenüberstellung hervorgehende Schema von Uebergängen zwischen der Struktur des Nervensystems bei den verschiedenen Wirbeltieren weist, indem dasselbe uns gewissermassen eine Vorstellung von einer Reihe von Stadien in der Phylogenie des Nervensystems giebt, keineswegs irgendwie auf die Phylogenie derjenigen Tiere hin, deren Struktur des Nervensystems ich als Uebergangsstufen ansehe, denn es ist ohne weiteres klar, dass die Wahrscheinlichkeit dessen, dass das Nervensystem der Vögel augenblicklich das Stadium der Säuger bereits durchlaufen hat, keineswegs als ein Hinweis auf die Abstammung der Vögel von den Säugetieren aufzufassen ist, sondern lediglich darauf, dass das Nervensystem der ersteren bereits eine vom Prototypus weiter entfernte Stufe erreicht hat als dasjenige der Säugetiere.

Das Schema № 22 stellt eben schematisch diese Linie dar, aus deren Vergleich mit den Schemata № 21,3 und 22 C uns ihre Bedeutung blos als ein Vergleich der gegenseitigen Beziehungen dieser Tierformen zu der hypothetischen Idealform, welche den ihnen zu Grunde liegenden Bauplan bedingt, entgegentritt. *Der Grad der Entfernung von diesem primären Grundplan ist es eben, den wir beim Aufbau des Schemas der Uebergänge zwischen den gleichzeitig lebenden Tierformen mit einander vergleichen.*

Selbstverständlich muss für jedes einzelne Organsystem ein be-

sonderes Schema der Uebergänge geschaffen werden, denn die Entwickelung eines jeden derselben schlägt ihren besonderen Weg ein und die hohe Spezialisierung irgend eines Organsystems zieht ständig ein Zurückbleiben in der Entwickelung anderer, nur eine Nebenrolle spielender, nach sich. Weiter unten werden wir zu dieser Frage noch zurückkehren, jetzt gehe ich zur Frage vom Grundplan des Baues des Nervensystems der Wirbeltiere über.

Der Bauplan des Nervensystems der Wirbeltiere offenbart sich uns im Bau desselben im Rumpf. Hier zeigt das deutlich segmentierte Nervensystem bei allen Wirbeltieren, den Amphioxus nicht ausgeschlossen, ein und denselben Bauplan, und der Bau des Thorakalsegmentes des Nervensystems bildet deshalb den Ausgangspunkt sämtlicher Untersuchungen über die Morphologie des Nervensystems und insbesondere die Segmentierung des Kopfabschnittes desselben. Auf diese letztere Frage eben wollen wir in den folgenden Ausführungen hauptsächlich näher eingehen.

Dank dem komplizierten Bau des Kopfabschnittes des Nervensystems der Wirbeltiere befinden wir uns heute noch im Stadium des Suchens nach passenden Kriterien zum Studium desselben. Eine grosse Rolle dabei spielte der Umstand, dass die Frage von der Metamerie des Kopfabschnittes des Nervensystems der Wirbeltiere meist nur im Zusammenhange mit der Metamerie des Kopfes, als komplizierten Komplexes verschiedenartiger Organsysteme, zu Hülfe genommen wurde. Die Aufmerksamkeit der Forscher wandte sich dabei ausschliesslich dem Nachweise der äusseren, augenfällig metameren Erscheinungen im Aufbau desselben und dem Bestreben, dieselben mit der metameren Anordnung der anderen Organsysteme in Einklang zu bringen, zu. Das Resultat bildete eine Reihe von durchaus willkürlichen Erklärungen der Wechselbeziehungen all' dieser Organsysteme. Nach Rabl's sehr treffender Bemerkung, wurde ein Zustand geschaffen, wo: „war die Zahl der Nerven zu gross, so war ein Somit ausgefallen, war die Zahl der Somiten zu gross, so hatte sich der betreffende Nerv einfach einem seiner Nachbarn angeschlossen". Doch muss hinzugefügt werden, dass Rabl selbst unverzüglich in denselben Fehler verfällt, indem er die beiden vorderen Nerven des Amphioxus mit dem Trigeminus und Facialis homologisiert und den Oculomotorius, Abducens und Trochlearis weglässt, den Opticus und Olfactorius nicht zählt, und all' dies zur grösseren

Vollständigkeit des Vergleiches der vorderen unsegmentierten Abschnitte des Mesoderms des Amphioxus und der höheren Wirbeltiere.

Als Grundschema des Nervensegmentes wird in all' diesen Untersuchungen gewöhnlich das folgende angenommen: 1) ein Abschnitt des Neuralrohres, 2) ein Paar ventrale motorische Wurzeln und 3) ein Paar sensible, mit Ganglien versehene dorsale Wurzeln. Dieses Schema kehrt im Allgemeinen bei allen Forschern wieder, nur mit gewissen Ergänzungen, wie die Hinzufügung segmental angeordneter Erweiterungen des Neuralrohres; diesen Ergänzungen begegnen wir bei Killian und besonders Neal.

Bis zu den äusserst interessanten Untersuchungen Johnston's erlitten die Grundauffassungen keinerlei wesentliche Veränderungen und die Frage von der Metamerie des Kopfabschnittes des Nervensystems oder von dem Grundbauplan dieses Abschnittes, was im Grunde dasselbe ist, blieb im höchsten Grade unklar.

Johnston nimmt eine durchaus eigenartige Stellung ein und ist bestrebt zur Lösung der Frage von der morphologischen Bedeutung der einzelnen Zentren das rein physiologische Kriterium des Charakters ihrer Funktion in Anwendung zu bringen. Bei der Unbestimmtheit der histologischen Struktur, die für die einzelnen Zentren charakteristisch ist, war dies ein sehr glücklicher Gedanke und gab derselbe die Möglichkeit eine Reihe von Details, die unserer Aufmerksamkeit entgingen, festzustellen. Da jedoch die Funktion eines Zentrums von den Wechselbeziehungen desselben zu anderen Organen, so zu anderen Zentren des Nersensystems, den Sinnesorganen, Muskeln u. s. w. in Abhängigkeit steht, so ist es natürlich, dass das physiologische Kriterium im Kopfabschnitt, wo wir einer Menge von Veränderungen all' dieser Organe und, was besonders von Bedetung ist, der Bildung neuer Zentren im Nervensystem, welche an Stelle der ursprünglichen einfachen, im Rumpfe vertretenen Reihe treten, begegnen, an Bedeutung verliert, denn eine Reihe von Ersetzungsprozessen hebt hier, wenn auch nicht völlig, so doch zum grössten Teil dessen Bedeutung zur Lösung der Fragen vom morphologischen Wert der einzelnen Zentren auf. In den Untersuchungen Johnstons tritt dies deutlich zutage und er geräht auf dasselbe Gebiet der Koordinierung der von ihm hervorgehobenen Zentren mit den Somiten, wodurch seine Arbeit bedeutend an Interesse einbüsst, denn von neuem dienen hier als Kriterien wieder

die unbestimmten rudimentären, ausserhalb des Nervensystems liegenden Bildungen.

Das dem Nervensegment zugrunde liegende Schema giebt Johnston folgendermassen wieder: in jedem Segment machen sich zwei Grundeinteilungen der sensiblen und motorischen Elemente, eine somatische und eine splanchnische, oder mit anderen Worten zwei reflektorische Apparate, von denen der erstere auf physikalische, der zweite auf chemische Reize reagiert, bemerkbar. Eine jede derselben zerfällt in einen motorischen, die Reize realisierenden, und einen sensiblen, dieselben empfangenden Teil. Wenn wir den Bauplan des Nervensegments Johnston's mit dem von den vorhergehenden Forschern angenommenen vergleichen, so kommen wir zu dem Schluss, dass die letzteren nur die dem somatischen Teil entsprechenden Elemente, und zwar die ventralen motorischen Kerne oder eher nur deren aussercerebralen Erscheinungen, die ventralen motorischen Wurzeln und dorsalen sensiblen Ganglien erkannten. Die splanchnische Einteilung Johnston's, nämlich die dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne und die Ganglien des sympathischen Nervensystems wurden von denselben nicht in Betracht gezogen und nur die Vertreter der sympathischen Ganglien im Kopfe, die epibranchialen Ganglien, wurden von manchen Forschern, so von Kupfer und Froriep, als besondere Einheiten des Neuralsegments hervorgehoben.

Abgesehen von der ungeheuren Bedeutung einer solchen genaueren und detaillierteren Konstruktion des Nervensegments, liegt der grosse Wert der Johnston'schen Untersuchung, wie mir scheint, in der richtigen Schätzung der relativen morphologischen Bedeutung der Nervenkerne und der Leiter der Impulse derselben, der Nervenbahnen. Die Nervenstämme bilden, seiner Ansicht nach, als Leiter blos dieser Impulse, nur bequeme Merkmale zur Unterscheidung der Nervenkerne, ohne dass ihnen eine selbständige morphologische Bedeutung zukommt. Dieser Gesichtspunkt, der sich, wie ein roter Faden, durch die ganze Arbeit Johnston's hinzieht, zeichnet ganz genau den kommenden Arbeiten auf dem Gebiet der Morphologie des Nervensystems ihre Bahn vor. Dieser letztere Standpunkt war es auch, von dem ich bei der Analyse des Nervensystems in der vorliegenden Arbeit ausgehe.

Ein wesentlicher Unterschied meines Standpunktes von demjenigen

Johnston's besteht in meinem Bestreben das physiologische Kriterium durch ein rein morphologisches zu ersetzen. Bei Betrachtung der gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Zentren des Nervensystems im Segmente schien es mir möglich diese Kerne mit einer bestimmten, äusserst konstanten topographischen Anordnung derjenigen Ektodermdistrikte, denen sie ihren Ursprung verdanken, in Zusammenhang zu bringen. An Stelle des physiologischen trat auf diese Weise das morphologische Kriterium und gestattete, wie wir uns weiter unten davon werden überzeugen können, bereits die Durchführung nicht der Homodynamie, wie wir dem bei Johnston begegnen, sondern der wirklichen Homologie der einzelnen Nervenzentren. Ausserdem war dadurch die Möglichkeit gegeben das Untersuchungsgebiet durch das Studium der Ontogenese dieser Kerne und deren Wechselbeziehungen mit anderen Zentren des Nervensystems zu erweitern.

Im Schema tritt uns der Bau des Nervensegments folgendermassen entgegen: dasselbe besteht aus einem Paar motorischer, innerhalb des Neuralrohres gelegener Kerne. Ein jeder dieser Kerne entsendet zwei motorische Wurzeln, eine ventrale und eine dorsale. Diese beiden Wurzeln vereinigen sich bei den meisten Wirbeltieren, bleiben bei Petromyzon und Amphioxus jedoch getrennt. Mit der dorsalen Wurzel steht das dorsale sensible Ganglion im Zusammenhange, welches den Zellen der Ganglienleisten, oder, mit anderen Worten, den bei der Bildung des Neuralrohres zerfallenden Rändern der Nervenwülste seinen Ursprung verdankt. Auf diese Weise bilden die dorsalen Ganglien im Verhältniss zu den motorischen Kernen laterale Reihen, denn letztere nehmen den mittleren Streifen der Neuralplatte, aus deren Rändern die ersteren entstehen, ein. Als Produkt der Zellen dieser beiden Zentren endlich erscheinen die Ganglien des symphatischen Systems.

Diesem Grundschema gesellt sich in den verschiedenen Segmenten noch eine Reihe von komplementären Sinnesorganen hinzu, wie die epibranchialen Ganglien, die Seitenlinie, das Gehörorgan u. s. w.

Doch all' diese Sinnesorgane treten ebenso wie die sekundären Koordinationszentren bei den verschiedenen Wirbeltieren höchst verschiedenartig auf und können bei manchen, wie z. B. beim Amphioxus gänzlich wegfallen. Infolgedessen müssen dieselben schon

als spezifische, nur für die Gruppe der Wirbeltiere im engeren Sinne dieses Wortes charakteristische Bildungen angesehen werden und bei der Konstruktion des Prototypus der Chordata ganz wegfallen.

Da diese Organe ihren Sitz hauptsächlich im Kopfe haben, wo sie ausschliesslich die eigenartigen Veränderungen hervorrufen, so werde ich auf dieselben weiter unten bei Betrachtung der betreffenden Segmente näher eingehen.

Beim Aufbau des Prototypus des Nervensystems der Wirbeltiere ist die Analyse der Kopfsegmente desselben von ungeheurer Bedeutung, denn hier begegnen wir weit um sich greifenden Prozessen des Ersatzes der primären Zentren des Nervensegments durch sekundäre und tertiäre, unter dem Einfluss der Konzentration der koordinierenden Funktionen des Nervensystems der Wirbeltiere entstehende Koordinierungszentren, und haben so die Möglichkeit bei der Analyse dieser Erscheinungen das Grundschema zu kontrollieren und durch eine Reihe von Zügen, die im Rumpfe unserer Aufmerksamkeit entgehen, zu ergänzen. Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt daher in der Analyse der Kopfsegmente der Wirbeltiere mit typisch ausgebildetem Kopfabschnitt und ich lasse den Amphioxus, als eine Form mit nur schwach spezialisiertem Kopfabschnitt, der zum grössten Teil seine primäre, auch im Rumpf auftretende Struktur bewahrt hat, ganz beiseite. Nur bei Besprechung der drei vordersten Segmente werde ich näher auf denselben und auf die Ascidienlarven als auf ganz abseits von allen anderen stehende und daher ein gewisses Interesse beanspruchende Formen, eingehen müssen.

In den vorliegenden Ausführungen wende ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich vier Vertretern der Wirbeltiergruppe zu, nämlich den Säugetieren, Vögeln, Haien und Neunaugen. Was mich hauptsächlich veranlasste diese vier Tierformen zu bevorzugen, war der tiefgehende Unterschied in den Existenzbedingungen, der es gestattete auf den dem Nervensystem derselben zugrunde liegenden Bauplan als auf eine von den gemeinsamen Existenzbedingungen unabhängige Grösse einzugehen, worauf bisweilen R. Wiedersheim in seinem ausgezeichneten Lehrbuch der vergleichenden Anatomie hinweist. Ausserdem würde ein Eingehen auf die Uebergänge zwischen den typischen, für alle Klassen der Wirbeltiere charakteristischen Erscheinungen die Grenzen dieser Arbeit weit überschreiten

und ihr nichts mit dem Plan derselben gemeinsam habende Ziele der Systematik der Wirbeltiere stecken. Ausser der Grundverschiedenheit der Existenzbedingungen wurde meine Wahl gerade dieser vier Klassen noch durch folgende Erwägung bestimmt. Wie wir weiter unten sehen werden, lassen sich trotz dem Vorhandensein einer Reihe von Uebergängen zwischen diesen vier Klassen noch gewisse Tatsachen nachweisen, die ganz bestimmt auf einen Zusammenhang der Säugetiere mit dem Neunauge und der Vögel mit den Haien hinweisen. Ohne in dieser Arbeit irgendwie bezüglich der systematischen Beziehungen dieser Gruppen zueinander vorgreifen zu wollen, wozu ich in meiner nächsten Arbeit, wie ich hoffe, noch zu sprechen kommen werde, fiel meine Wahl auf diese Vertreter, um zu zeigen, dass eine grosse Aehnlichkeit des allgemeinen Bauplanes eines beliebigen alten Organsystems, im gegebenen Falle des Nervensystems, bei Vertretern solcher Gruppen beobachtet werden kann, die in ihrer allgemeinen Entwickelung weit voreinander abstehen. Ich enthalte mich, wie gesagt, jeglicher Schlussfolgerungen über die systematische Stellung dieser Gruppen und weise auf diesen Umstand lediglig zur Bekräftigung der allgemeinen Thesen der vorliegenden Arbeit hin.

Einer der Beweggründe, die mir gestatteten mich auf diese vier Klassen zu beschränken, war der, dass sowohl das Studium der die anderen Wirbeltierklassen behandelnden Litteratur, als auch meine eigenen Untersuchungen an den Reptilien: *Tropidonotus*, *Emys*, *Lacerta*, Amphibien: *Siredon*, *Triton*, *Rana*, *Bufo* und Teleostiern: *Gobius*, *Syngnathus*, *Labrus*, *Cobitis*, *Callichtys* mich davon überzeugten, dass der allgemeine Bauplan der gleiche bleibt und dass äusserst verschiedenartige Veränderungen im Bau der Plexus der Occipitalregion existieren. All' diese Veränderungen weisen gleichzeitig nur den Charakter von Variationen ein und desselben Grundplanes auf, dessen Wesen in diesen vier Klassen am besten zum Ausdruck kommt. Die Erörterung der übrigen Formen in der vorliegenden Arbeit würde zwar einerseits in der Tat die Möglichkeit geben eine vollständigere Kette von Uebergängen zwischen der Struktur dieser Plexus bei den Wirbeltieren darzustellen, würde jedoch die Berührung von systematischen Fragen unentbehrlich machen, was ich an dieser Stelle zu vermeiden suchte, da ich es für nötig halte in einer, speziell diesen interessanten Fragen gewidmeten Arbeit darauf zurückzukehren.

Von den vier Vertretern, mit denen ich mich vorzugsweise beschäftige, wurden die Säugetiere und Vögel von mir persönlich untersucht, während ich die Haie und Neunaugen eingehend zu studieren nicht die Möglichkeit hatte, da mir nur eine begrenzte Anzahl von Praeparaten mittlerer Güte zur Verfügung stand, die höchstens zur Kontrolle dienen konnten, so dass ich die Grundzüge der Entwickelung des Nervensystems hauptsächlich aus litterarischen Quellen schöpfen musste; im besonderen muss ich der ausgezeichneten Untersuchungen Neal's über die Entwickelung des Kopfes von *Acanthias* und des Plexus hypoglossus bei *Petromyzon* und *Acanthias* und Koltzoff's über die Entwickelung des Kopfes von Petromyzon erwähnen. Diese beiden Arbeiten, besonders aber die schönen, ihnen beigefügten Rekonstruktionen setzten mich instand die Lücken in meinem diese Klassen betreffenden Material ganz zu vergessen.

In den beigefügten Schemata war ich bestrebt einerseits den Grundplan des Aufbaues der Kopfsegmente, andererseits gewisse Stationen in deren Evolution bei den Wirbeltieren wiederzugeben. Dieselben zeigen deshalb durchweg einen kompilativen Charakter, denn in der Struktur eines jeden Segments suchte ich nach Möglichkeit die charakteristischsten Momente zur Darstellung zu bringen. Im Besonderen hat diese Bemerkung auf die fünf vorderen Segmente des Schemas № 1 Bezug. Hier sah ich mich genötigt, dank dem besonders hohen Grad der Veränderung dieser Segmente bei den Wirbeltieren, ein jedes derselben nach der seinen Bau am besten aufklärenden Form zu rekonstruieren.

Zur besseren Verständlichkeit bediene ich mich auf diesen Schemata bestimmter Farben zur Wiedergabe der einzelnen Kerngruppen und deren Leitungsbahnen. So sind die ventralen motorischen Kerne und deren Derivate durch rote Farbe bezeichnet, die dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne und deren Wurzeln durch lila. Ich bezeichne diese beiden Abschnitte durch verschiedene Farben ausschliesslich zwecks deutlicherer Wiedergabe der Evolution der dorsalen Wurzeln und will dadurch keineswegs die dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne als besondere morphologische Einheiten unterschieden wissen.

Die dorsalen sensiblen Ganglien sind durch schwarze, die epibranchialen Ganglien durch eine blaue Färbung ausgezeichnet.

In all' diesen Wiedergaben wird durch Knötchen die Anord-

nung der Zentren und durch Linien die Verlaufsrichtung der Fasern angegeben.

Rumpfsegmente.

Im Rumpfabschnitt (Schema № 1 & 4, Segmente XV—XVIII) sehen wir folgende Anordnung der Zentren: an der Ventralseite des Gehirnes befindet sich ein motorischer Kern, der gleichzeitig auch auf einen bedeutenden Teil der Lateralwände des Neuralrohres, bis zur Abgangsstelle der oberen motorischen Wurzel, übergreift.

Von diesem Kern gehen zwei motorische Wurzeln aus, von denen die eine am oberen Teile des Kernes ihren Anfang nimmt. Diese Wurzel verlässt das Gehirn in der Nähe der Eintrittstelle der Fasern des sensiblen Dorsalganglions in dasselbe. Von diesen letzteren unterscheiden sich die Fasern der oberen motorischen Wurzel deutlich durch grössere Dicke. Nach ihrem Austritt aus dem Gehirn ziehen diese Fasern längs dem sensiblen Ganglion, hinter welchen sie sich dann bald mit der unteren motorischen Wurzel vereinigen. Diese letztere geht vom unteren Teile des motorischen Kernes ab und verlässt das Gehirn von der ventralen Seite.

Mit der oberen motorischen Wurzel steht das dorsale sensible Ganglion im Zusammenhang, dessen Fasern etwas oberhalb der ersteren in das Gehirn eintreten und dessen Kern innervieren. Ausser diesen beiden Hauptzentren sehen wir noch ihr Derivat: das sympatische Ganglion, das sich auf Kosten der Ganglienzellen beider Zentren, welche seinen sensiblen und motorischen Elementen den Ursprung geben, ausbildet. Durch diese Vereinigung beider Arten von Zellen in einem Ganglion erklärt sich wahrscheinlich wohl auch zur Genüge die völlige Unabhängigkeit der Funktion desselben von dem Zentralnervensystem, da der Reflex hier seinen vollen Kreislauf unabhängig von den Gehirnzentren vollbringen kann.

Uebergangsregion.

Die gegenseitigen Beziehungen dieser Zentren beginnen sich in der Occipitalregion zu ändern (Schema № I, IV, Segmente 10—14), da hier die dorsalen sensiblen Ganglien allmählich eine Reduktion erleiden und an ihre Stelle sensible Ganglien treten, die den epi-

branchialen Plakoden ihre Entstehung verdanken. Gleichzeitig findet auch eine Reduktion der ventralen motorischen Wurzeln statt, was mit der Verlegung des Hauptzentrums der Funktion der motorischen Kerne in die Visceralregion im Zusammenhang steht. Die Impulse zwischen der letzteren und den motorischen Kernen werden durch die epibranchialen Ganglien vermittelt, die in dieser Region noch Anklänge an ihre ursprüngliche Funktion als Sinnesorgane des Kiemenapparates, welche aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Sättigungsgrad des Wassers durch Sauerstoff reagierten und dementsprechend den Atmungsprozess (ursprünglich die Wasserzufuhr) und die Blutzirkulation regulierten, bewahrt haben. Im Zusammenhang mit der Anteilnahme der Darmausstülpungen an der Bildung der Kiemenspalten stellen die scharf ausgeprägten Epibranchialganglien sensible Ganglien für die Darmwandungen und deren Derivate dar. Hauptsächlich auf chemische Reize reagierend verdrängen die Epibranchialganglien in ihrer Funktion gleichzeitig mit den dorsalen Ganglien auch die homodynamen Zentren des sympathischen Systems, die sich sekundär aus den dorsalen und ventralen Kernen bilden.

Hand in Hand mit der Verlegung der reizbaren Region der sensiblen Kerne in die Visceralregion macht sich in der Occipitalregion auch ein allmähliches Vorherrschen der Tätigkeit der motorischen Kerne im visceralen Teile bemerkbar, wohin die dorsalen motorischen Wurzeln, die sich von den ventralen geschieden haben und nun sämtlich längs dem Vagus hinziehen, wo sie bei den Vögeln die Commissura N. vagi, bei den Säugern den N. accessorius bilden, eindringen. In manchen Fällen, wie z. B. beim *Protopterus* (Burkhardt) und augenscheinlich auch beim Neunauge, bleiben auch die Fasern der vorderen unteren motorischen Wurzeln zur Bildung der sog. ventralen Vaguswurzeln erhalten. Auf diese Weise haben wir es hier mit einem allmählichen Verdrägen der Dorsalganglien durch die epibranchialen und mit einer Hand in Hand damit gehenden Aenderung der Verlaufsrichtung der Fasern der motorichen Kerne, die die Innervierung der Seitenmuskulatur zu Gunsten derjenigen der visceralen Region aufgeben, zu tun. In der Gegend des vordersten Vagusganglions erreicht dieser Vorgang seinen Höhepunkt und die Ventralwurzel kommt in manchen Fällen hier nicht einmal in der Embryonalzeit zur Anlage. In allgemeinen

Zügen haben wir hier die äusserst interessante Erscheinung der Unterordnung des segmentalen Reflexzyklus dem bedeutenderen und weitgreifenderen, schon für eine ganze Gruppe von Segmenten gemeinsamen Zyklus, gewissermassen den Übergang zu den komplizierten, das ganze Nervensystem zusammenfassenden und einzelne spezialisierte Distrikte desselben, die sich aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von veränderten primären Segmenten aufbauen, ausscheidenden Reflexen vor uns.

Je nach der grösseren oder geringeren Kompliziertheit des Baues der Occipitalregion bei den verschiedenen Wirbeltiergruppen begegnen wir bedeutenden Schwankungen im Grade der Assimilierung der einzelnen Segmente in dieser Region. Die tiefste Stufe treffen wir beim Neunauge an (Segmente 10—14) [1]).

---

[1]) Im allgemeinen Aufbau der Metamerie des Kopfes des Neunauges weichen meine Ansichten in gewissen Punkten stark von dem von *Koltzoff* aufgestellten Schema ab. Der Hauptunterschied liegt in der Bestimmung der gegenseitigen Beziehungen der Dorsalganglien und Somiten. Das allgemeine Verhältniss dieser Ganglien verschiebt sich bei mir, im Vergleich zum Schema *Koltzoff*'s, um ein Segment nach vorn. Dies schien mir insofern geboten, als *Koltzoff* einen augenfälligen Widerspruch zwischen der Stellung zueinander der dorsalen und ventralen Wurzeln beim erwachsenen Neunauge, bei dem die dorsalen Wurzeln eines jeden Segments vor den ventralen stehen, und der Stellung derselben auf seinen Schemata, wo die ventralen Wurzeln im Gegenteil vor den dorsalen zu stehen kommen, zulässt. Die von Koltzoff angenommene intersegmentale Stellung der dorsalen Wurzeln hebt diesen Widerspruch keineswegs auf, denn tatsächlich vereinigt er in seinen Schlussfolgerungen die dorsalen und ventralen Wurzeln in den einzelnen Segmenten entsprechende Paare und konstruiert diese Paare zwar stets in umgekehrter Reihenfolge im Vergleich zu der am erwachsenen Tier beobachteten, d. h. er vereint die ventrale motorische Wurzel mit der ihr unmittelbar folgenden dorsalen. Da Koltzoff die Vereinigung der dorsalen und ventralen Wurzeln übersehen hat, so sind wir, wie mir scheint, verpflichtet die gewöhnliche Definition der segmentalen Beziehungen zwischen dorsalen und ventralen Wurzeln beim Neunauge unseren Vorstellungen zugrunde zu legen, umsomehr als zwischen diesen Wurzeln, nach den Angaben *Götte*'s, eine Vereinigung in besagter Richtung stattfindet, die sich zwar auf ein einfaches Zusammenlaufen derselben beschränkt und nicht zur Bildung eines gemischten Nervs führt, wie dies bei den höheren Wirbeltieren der Fall ist, doch zweifellos auf eine segmentale Uebereinstimmung zwischen dorsaler und der ihr kaudalwärts unmittelbar folgenden motorischen Wurzel hinweist. Dieselbe Uebereinstimmung zwischen dorsalen und ventralen Wurzeln kann man auch sehr klar bei Myxine sehen. Infolgedessen müssen wir bei Koltzoff eine Verschiebung der Somiten um ein Segment zurück im Verhältniss zu denjenigen dorsalen Gang-

Der Bau der Nervensegmente bleibt bei demseblen in dieser Region beinahe unverändert. Die einzige Veränderung, die sich hier bemerkbar macht, muss in der Richtung, welche die Nerven dieser Region nehmen, gesucht werden. Und zwar verlaufen, wie aus dem beigefügten Schema ersichtlich, die Nerven dieser Segmente hinter dem Kiemenapparat und innervieren die hypobranchialen Abschnitte der Miotome dieser Gegend. Nach den Angaben *Neal's* und *Kupfer's* findet beim Neunauge eine Vereinigung der distalen Abschnitte dieser Nerven in Gestalt des Ramus recurrens Vagi statt, wobei die Wurzeln des 10-ten, 11-ten und 12-ten Segmentes frei bleiben. In dieser charakteristischen Verlaufsrichtung macht sich schon der Beginn der Bildung eines Plexus Hypoglossi geltend.

Die Anzahl der in die hypobranchiale Region ziehenden Wurzeln nimmt beim Neunauge im Laufe der Ontogenie unter dem Einflusse des Rückwärtswanderens des Visceralapparates zu, der die hinteren Myotome zerteilt und die Bildung der entsprechenden, die hypobranchialen Abschnitte dieser Myotome innervierenden Nerven veranlasst.

---

lien, denen er sie zuzählt annehmen und den 4-ten Somit nicht dem Glossopharyngeus, sondern dem Facialis zurechnen, was auch durch die gemeinsame Verschiebung dieses Ganglions und des 4-ten Somiten aus der metaotischen in die praeotische Region, wodurch sie beide als Organe des Ohrsegments ausgeschieden werden, bestätigt wird; der 5-ten Somit muss ensprechend dem N. vagus zugerechnet werden u. s. w. und das erste Spinalganglion muss nicht zu der 1-ten, sondern zu der 2-ten Ventralwurzel in Beziehung gebracht werden. Da wir bei Koltzoff keiner Spur des Vorhandenseins einer sekundären Umordnung der dorsalen und ventralen Wurzeln begegnen und da ausserdem ein so exaktes Kriterium, wie die segmentale Vereinigung der Wurzeln, bei völligem Fehlen irgend genauerer Kriterien in keinem Falle ausser Acht gellassen werden darf, so will es mir scheinen, dass die segmentale Beziehung der Wurzelpaare in der besagten Richtung einer Aenderung bedarf. Koltzoff selbst führt keinerlei genügende Argumente zur Festhaltung einer solchen Anordnung an und nimmt dieselbe nur auf Grund der Bildung, seiner Meinung nach, einer segmentalen Beziehung zwischen dem Facialis und dem 3-ten Somit an. Da diese Beziehung auf theoretischen Erwägungen basiert (den Abgang des Abducens hat Koltzoff übersehen) und dem Abgang dieses Nervs beim erwachsenen Neunauge vor dem Kern des Trigeminus widerspricht, so scheinen mir die von Koltzoff angenommenen Beziehungen zwischen dorsalen und ventralen Nerven unhaltbar und, davon ausgehend, können wir mit vollem Recht auch den Aufbau des Segments des Facialis beiseite schieben und uns in dieser Beziehung der Auffasung *Neal's* anschliessen.

Ausserdem muss beim Neunauge noch der Anschluss des ersten Spinalganglions an das dorsale Ganglion des Vagus als sog. Vagusanhang und die Bildung seitens derselben des komplizierten Ganglions Nervi lateralis Erwähnung finden.

Der folgenden Stufe begegnen wir bei den Säugetieren (Schema № 1, S., Segmente 10—14). Hier machen sich in den selben fünf, eben beim Neunauge erörterten Segmenten bereits gewisse sehr bedeutende Veränderungen bemerkbar. In erster Linie fällt das Selbständigwerden der dorsalen motorischen Wurzeln ins Auge. In allen fünf Segmenten begegnen wir ihnen in Gestalt der Wurzeln des N. accessorius Willisi. An den vier hinteren Segmenten beschränkt es sich auf das Freiwerden derselben, während an dem 10-ten gleichzeitig mit dem Selbständigwerden der motorischen Wurzel sich auch ein Teil der dorsalen Wurzel von der ventralen motorischen loslöst. Das dorsale sensible Ganglion dieses Segmentes bildet das rudimentäre Ganglion des N. accessorius.

Es ist bemerkenswert, dass bei den meisten Säugetieren die Nervensegmente dieses Abschnittes ganz vollständig nur im Embryonalzustande auftreten und am Ende dieser Periode das vordere Ganglion des 11-ten Segmentes meist reduziert wird. In gewissen Fällen, z. B. beim Schwein, kommt dieses Ganglion gar nicht zur Anlage.

Ausser der Bildung seitens der dorsalen motorischen Wurzeln des Plexus N. accessorii legt sich bei den Säugetieren auch der Plexus N. hypoglossi ganz distinkt an. Sämtliche ventrale motorische Wurzeln dieser Region treten zur Bildung des N. hypoglossus zusammen. Da die hinteren Wurzeln ihre Beziehungen zu den dorsalen sensiblen Ganglien bewahren, so zeigt der Hypoglossus der Säuger grosse Aehnlichkeit mit dem Plexus der Rückenmarksnerven der Thorakalgegend. In allgemeinen Zügen haben wir es hier gewissermassen mit einer einfachen Verschmelzung der Nerven dieser Region, welche beim Neunauge noch völlig unabhängig von einander am Kiemenapparat verlaufen, zu tun.

Der folgenden Stufe dieser Veränderungen begegnen wir in der Embryonalentwickelung der Haie (Schema № 3; Segmente 19—14) und Vögel (Schema № 4, a; Segmente 19—13). Bei beiden diesen Formen stossen wir auf verhältnismässig sehr bedeutende Umwandlungen. In erster Linie fällt hier die völlige Unabhängigkeit der dor-

salen sensiblen und motorischen Wurzeln von den ventralen motorischen Wurzeln ins Auge. Die ersteren bilden hier die Commissur des Vagus, welche gewissermassen den Plexus der dorsalen Wurzeln dieser Segmente darstellt. Die ventralen motorischen Wurzeln dieser Segmente bilden, ebenso wie bei den Säugetieren, den Hypoglossus.

Der höchsten Stufe endlich begegnen wir beim erwachsenen Vogel (Schema № 4, b; Segmente 10—17). Bei demselben werden die Dorsalwurzeln an den 8 auf den Vagus folgenden Segmenten reduziert. Dabei erleiden auch die sensiblen dorsalen Kerne eine Reduktion oder dieselben schliessen sich möglicherweise zum Teil den Anhänfungen von Ganglienzellen an den Wurzeln des N. vagus an. Die dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne bilden zusammen mit einem Teil der Ventralabschnitte dieser selben Kerne, die sich ihnen anschliessen, den polymeren motorischen Kern des Vagus.

Beim Huhn treten die ventralen Abschnitte der motorischen Kerne mit den dorsalen nur in den ersten vier auf das Segment des Vagus folgenden Segmenten in Verbindung, während in den hinteren Segmenten diese Abschnitte ihren ursprünglichen Zustand beibehalten. Im Zusammenhang damit erleiden in diesen Segmenten die ventralen motorischen Wurzeln eine Reduktion, wodurch der N. vagus zurücktritt. Beim erwachsenen Vogel nimmt er nur die Segmente 14—17 ein, wobei er ausschliesslich einen Plexus von ventralen motorischen Wurzeln darstellt, da die dorsalen sensiblen Wurzeln dieser Segmente reduziert sind. Die dorsalen motorischen Kerne haben sich zur Bildung des motorischen Kernes N. vagi zusammengeschlossen, wodurch die dorsalen motorischen Wurzeln reduziert wurden.

Auf diese Weise haben wir beim Huhn folgende Reihe von Segmenten: das 15-te, 16-te und 17-te Segm. Die ventralen motorischen Kerne zeigen während der Empryonalperiode eine gleich hohe Entwickelung wie die übrigen Rückenmarkskerne. Beim erwachsenen Huhn bewahren die ventralen Abschnitte ihren ursprünglichen Zustand, während die dorsalen an der Bildung des polymeren motorischen Kernes N. vagi teilnehmen.

Die ventralen motorischen Wurzeln stehen im Laufe der embryonalen Entwickelung miteinander nicht in Verbindung und innervieren normaler Weise die Seitenmuskulatur. Beim erwachsenen Huhn

verschmelzen dieselben zur Bildung des Plexus N. hypoglossi. Die Wurzel des 15-ten Segments ist die letzte dem Cranium angehörende und die darauffolgende 16-te ist bereits postoccipital. Bei anderen Vögeln sind Schwankungen in dieser Beziehung möglich und die Schädelgrenze kann sich um mehrere Segmente vor- oder rückwärts verschieben (z. B. bei Cotyle riparia ist die Grenze um drei Segmente nach vorwärts gerückt).

Die dorsalen motorischen Wurzeln sind während der Embryonalentwickelung ausgebildet, werden jedoch beim erwachsenen Huhn im Zusammenhang mit der Ausbildung des polymeren Kernes N. vagi auf Kosten der Ganglienzellen ihrer Kerne reduziert und die motorischen Fasern dieser Segmente nehmen unmittelbar an der Bildung des Vagus Anteil. Als Uebergangsstufe zu diesen Verhältnissen haben wir die Loslösung der dorsalen motorischen Wurzeln dieser Segmente von den ventralen, welcher wir am Schluss der Embryonalperiode begegnen und welche sehr an die bei den Säugetieren beobachten Verhältnisse erinnert.

Die dorsalen sensiblen Ganglien sind nur während des Embryonallebens ausgebildet und werden beim erwachsenen Huhn in diesen Segmenten völlig reduziert.

Die ventralen motorischen Kerne erreichen während der Embryonalentwickelung eine ebensolche Ausbildung wie in den hinteren Segmenten. Beim erwachsenen Huhn nehmen die ventralen und dorsalen Abschnitte dieser Kerne, ausser dem seinen ursprünglichen Zustand bewahrenden ventralen Abschnitte des 14. Segmentes, an der Bildung des polymeren Kernes N. vagi Anteil.

Die dorsalen motorischen Kerne bilden während des embryonalen Lebens den motorischen Teil der Commissura Vagi und nehmen an der Bildung dieses letzteren Nervs Teil. Beim erwachsenen Huhn werden diese Wurzeln, im Zusammenhang mit der Bildung seitens ihrer Kerne des polymeren Kernes N. vagi, reduziert und die motorischen Fasern dieser Segmente werden nun unmittelbar in den Vagus aufgenommen.

Die dorsalen sensiblen Ganglien bilden in Embryonalzustande den gangliösen Teil der Commissura N. vagi und werden beim erwachsenen Huhn reduziert, wobei sie zum Teil möglicherweise den dorsalen Ganglienknötchen in den Wurzeln des Vagus den Ursprung geben.

Epibranchiale sensible Ganglien weist beim Huhn das 10-te und 11-te Segment auf. Diese Ganglien tragen zur Bildung des *Ganglion nodosum* bei.

Ohrregion (Seg. 6—9).

Bei niederen Formen begegnen wir diesen Wurzeln nach *Hatscheck's* Angaben beim Neunauge, bei welchem (cf. Schema № 1 a, Segm. 8—6) die ventralen motorischen Wurzeln in allen drei Segmenten erhalten bleiben und zusammen mit einem Ast der Wurzel des 10-ten Segmentes den sog. Hypoglossus des Neunauges bilden, der jedoch, wie schon *Neal* nachwies, in keiner Beziehung dem gleichnamigen Nerv der höheren Wirbeltiere homolog ist. Wir haben es hier ausschliesslich mit einem, unter dem Einflusse mechanischer Bedingungen, welche die ventralen Wurzeln die gangliösen epibranchialen Nerven dieser Segmente und folglich auch den Stamm des hintersten dieser Nerven, des Vagus, zu umgehen zwangen, entstandenen Plexus zu tun. Das Fehlen etwelcher Beziehungen zur Innervierung der subbranchialen Muskulatur zieht eine scharfe Grenze zwischen diesem Plexus und dem Plexus des N. hypoglossus, für welchen das Umgehen des Kiemenapparates von rückwärts und die Innervierung der subbranchialen Muskulatur durchaus bezeichnend ist, was wir auch in der Tat beim Neunauge in den hinteren Segmenten in Form des Ramus recurrens N. vagi vor uns haben.

Doch stimmen die Befunde anderer Forscher nicht mit denen Hatschek's überein. Dieselben weisen auf das Fehlen von Wurzeln im 8-ten—6-ten Segment hin. Da jedoch weder Neal, noch Koltzoff ebenso wenig die Anfangsstadien des N abducens und des Trochlearis entdecken konnten und die Lage deren Wurzeln rein hypothetisch bestimmen, so scheinen mir ihre Beobachtungen in dieser Beziehung als nicht genügend genau gelten zu können und es erscheint umso wahrscheinlicher, dass diese Forscher neben diesen beiden Nerven in frühen Entwickelungsstadien auch die Wurzeln des 6-ten—8-ten Segmentes übersehen haben, als nach Angabe Neal's dieser Plexus (den Neal den Segm. 9—10 zurechnet) die epibranchialen Abschnitte der auch beim erwachsenen Neunauge erhalten bleibenden vorderen Myotome der metaotischen Region

innerviert, den ersten metaotischen Somit Neal's mit einbegriffen, der dem vierten Koltzoff's homolog ist oder mit anderen Worten, wie ich schon oben darauf hinwies, dem epibranchialen Abschnitt des Myotoms des 7-ten Segmentes nach meiner Zeichnung entspricht. Wie oben bereits erwähnt ist aller Grund vorhanden den vierten Somit Koltzoff's als den Somit des Gehörsegmentes anzuerkennen, dem als Nervenelemente das Dorsalganglion des Hörnervs und das epibranchiale Ganglion des Facialis angehören. Die beim Neunauge laut den Befunden Koltzoff's (cf. die Rekonstruktionen Koltzoff's), hinter dem Gehörgrübchen stattfindende Anlage des Facialis und die später eintretende Verschiebung desselben nach vorne Hand in Hand mit der gleichzeitig vor sich gehenden Erweiterung des vierten Somiten nach vorwärts, die sich gerade auf die bei den Gnathostomen vom Facialis innervierte Region erstreckt, spricht nochmals auf überzeugendste zu Gunsten dieser Ansicht.

Im Vergleich zu den eben angenommenen Schemate der Metamerie des Kopfes, stelle ich mich eben auf den Standpunkt Neal's und füge hier ein überzähliges Nervensegment, und zwar das Segment des motorischen Kernes des Trigeminus (nach Neal das erste des Abducens) ein. Dazu veranlasste mich erstens die, wie mir scheint, ganz augenscheinliche Uebereinstimmung beim Neunauge des motorischen Kernes N. abducens mit dem Segment des Trigeminus, vor dessen motorischem Kerne, den Untersuchungen Ahlborn's nach zu urteilen, beim erwachsenen Neunauge dieser Kern liegt, und zweitens die bei Vögeln bisweilen erkennbare Bildung seitens eines Teiles des motorischen Bündels N. Trigemini der zweiten Wurzel des Oculomotorius und die während der Embryonalentwickelung äusserst häufig vorkommende Verschmelzung desselben mit dem Abducens. Ausserdem scheint es mir ganz undenkbar einem so bedeutenden motorischen Kerne, welcher sowohl seiner Anlage, als auch seinem Bau und seiner Lage nach durchaus den hinteren motorischen Kernen entspricht, seine segmentale Bedeutung abzusprechen. Das Fehlen einer segmentalen Bedeutung der durch denselben innervierten Muskulatur erscheint mir als sehr unpräzises Argument, da bei den Wirbeltieren, besonders bei den höheren, bei denen die Muskulatur ausschliesslich sekundären Konzentrationsprozessen des Mesenchyms ihren Ursprung verdankt, von deren segmentaler Bedeutung wohl kaum die Rede sein sollte und diese Daten als die

ausschlaggebenden bei der Bestimmung der Kopfsegmente nicht angeführt werden dürfen.

Nach den Angaben Neal's haben wir beim Neunauge eine Lücke zwischen dem Abducens, den Neal gleich mir dem Trigeminussegment zurechnet, und der ersten metaotischen Ventralwurzel, welche dieser Forscher dem Segment des Vagusanhang, oder nach meiner Rechnungsweise, dem 10-ten Segment zurechnet. Dabei innervieren seiner Ansicht nach die ventralen Wurzeln des 8-ten, 9-ten und 10-ten, seiner Rechnungsweise nach des 5-ten, 6-ten, 7-ten (Vagus) Segmentes, die vier vorderen epibranchialen Abschnitte der vier vorderen Myotome und bilden hier so einen eigenartigen Plexus, der eventuel als ein Bildungsstadium des Plexus des Abducens der übrigen Wirbeltiere angesehen werden kann. Doch benötigt, wie mir scheinen will, das von Neal erwähnte Fehlen der motorischen Wurzeln in den Segmenten des Facialis, Glossopharyngeus und Vagus noch einer weiteren Bestätigung und dies um so mehr, als die Myotome dieser Segmente auch beim erwachsenen Neunauge erhalten bleiben. Mir erscheint deshalb das Vorhandensein von Verschmelzungserscheinungen der Wurzeln, welche die Beobachtung erschweren, hier äusserst wahrscheinlich und zwar während früherer Stadien, wo ihre Untersuchung beim Neunauge ausserordentlich erschwert ist.

Koltzoff bestätigt im grossen Ganzen die Befunde Neal's und weist gleichfalls auf das Fehlen von Ventralwurzeln am 7-ten, 8-ten und 9-ten Segment, seiner Rechnung nach nur an den Segmenten des Glossopharyngeus und Vagus (die motorische Wurzel rechnet er dem Vagusanhang zu, auf die Unrichtigkeit welcher Auffassung ich oben bereits hinwies), hin. Doch lässt sich in all' diesen Arbeiten der Ausdruck „Fehlen" recht wohl, wie mir scheint, durch ein „nicht finden" ersetzen, denn zusammen mit diesen Wurzeln bleibt auch der Trochlearis und Abducens unbekannt und es existieren bis heute noch keinerlei genauere Angaben über die Entwickelung dieser Nerven, abgesehen von den Untersuchungen Kupfers, die in vieler Hinsicht scheinbar nicht genügend exakt sind. Ich halte es daher für möglich mich auf den Standpunkt Hatschek's zu stellen und mich seiner Auffassung der Beziehungen der Nervenwurzeln beim Neunauge anzuschliessen, und das vorliegende Schema beruht eben auf dieser Auffassung. Ohne derselben daher eine weit-

gehende Bedeutung im Sinne einer exakten Bestimmung der Entwickelung der hinteren Plexus beim Neunauge beizumessen, behalte ich dieselbe doch als allgemeine Richtschnur bei, welche uns gestattet tiefer in den komplizierteren Bau derselben bei den übrigen Wirbeltieren einzudringen.

Der Abducens bildet sich beim Neunauge, wie aus dem Schema № 1 a, ersichtlich, auf Kosten der ventralen Wurzel des 6-ten Segmentes oder, mit anderen Worten, desjenigen des Trigeminus. Unabhängig von den Ausführungen Kupfers, Neal's und Hatschek's veranlasst mich die von Ahlbohrn positiv nachgewiesene Stellung des Kernes des Abducens vor dem motorischen Kern N. trigemini besagten Nerv diesem Segment zuzuzählen. Mir erscheinen daher die theoretischen Erwägungen Koltzoff's, welche ihn veranlassen den Abducens des Neunauges dem Segmente das Facialis zuzurechnen, keineswegs als genügend, um so mehr als wir, wie dies die Untersuchungen Neal's über die Entwickelungsgeschichte von Squalus, Acanthias und der Haie (Koltzoff stellt die segmentale Stellung des N. abducens beim Neunauge auf Grund eines Vergleiches mit diesen letzteren fest) zeigen, der Entwickelung dieses Nervs in den verschiedenen Segmenten unabhängig von der Bildung des M. rectus externus auf Kosten des dritten Somiten, dem sich aller Wahrscheinlichkeit nach die Elemente der in Zerfall begriffenen hinteren Somiten anschliessen, begegnen. Die Untersuchungen Neal's anullieren die von Van-Wijhe vertretene Auffassung der segmentalen Stellung des Abducens bei den Haien und werfen gleichzeitig auch die Untersuchung Koltzoffs über die segmentale Stellung des N. abducens des Neunauges um.

Zum Unterschiede von den Verhältnissen, denen wir bei sämtlichen übrigen wasserbewohnenden Wirbeltieren begegnen, nehmen die dorsalen Ganglien im 7-ten Segment teilweise an der Bildung der Seitennerven Anteil, zum Teil bilden sie die Hörnerven. Diese Spaltung der Dorsalganglien giebt uns einen äusserst tiefgehenden Hinweis auf den Ursprung des Gehörapparates aus einem Distrikt der Seitenlinie. Im 6-ten Segment bilden die Dorsalganglien in ihrer Gesamtheit die Ganglien des zweiten Astes N. trigemini, welche beim Neunauge äusserst scharf von den den epibranchialen Ganglien dieses Segmentes ihren Ursprung verdankenden Ganglien des dritten Astes desselben Nervs geschieden sind.

Der folgenden Stufe begegnen wir bei den Haien (Schema № 3; Segm. 6—9).

Bei diesen letzteren macht sich (nach den Untersuchungen Neal's zu urteilen) bereits eine bedeutende Verschmelzung der dorsalen Ganglien mit den epibranchialen und gewisse wesentliche Veränderungen in den gegenseitigen Beziehungen der motorischen Kerne bemerkbar.

Die ventralen Abschnitte der motorischen Kerne bleiben in ihrem ursprünglichen Zustande nur im 7-ten, 8-ten und 9-ten Segment erhalten, während im 6-ten die ventralen Abschnitte sich mit den dorsalen zur Bildung der motorischen Kerne des Trigeminus verbinden. Im Zusammenhang damit werden in diesem Segment die selbständigen ventralen Wurzeln reduziert. In den übrigen Segmenten sind die ventralen motorischen Wurzeln ausgebildet und bilden den Plexus des N. abducens. Beim Neunauge verdankt der Abducens, wie wir oben gesehen haben, einem einzigen motorischen Kern des Trigeminussegmentes (6) seine Entstehung. Diese Wurzeln kommen sämtlich bei den Haien nur während des Embryonallebens zum Ausdruck und beim erwachsenen Tier bleiben nur die Wurzeln des 8-ten Segmentes oder möglicherweise auch des 9-ten wie es Neal auf Grund der Neuromerie annimmt erhalten. Ebenso wie im 6-ten Segment steht dies mit der Verschmelzung der ventralen und dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne des Facialis und Vagus im Zusammenhange.

Die dorsalen sensiblen Ganglien verschmelzen, wie ich oben bereits erwähnte, bei den Haien mit den epibranchialen. Ganglien. Nur im 7-ten Segment bewahren die dorsalen Ganglien ihre Selbständigkeit in Gestalt der Hörnerven und diejenigen Teile der dorsalen Ganglien dieses Segmentes, welche beim Neunauge an der Bildung der Ganglien des Seitennervs teilnehmen, bilden hier einen Bestandteil der Ganglien des Facialis. Die Beziehung zwischen den dorsalen Ganglien der drei hinteren Segmente, welche beim Neunauge ausserordentlich deutlich ausgeprägt ist, bleibt auch hier bestehen. Am wenigsten scharf kommt bei den Haien der Zusammenhang zwischen Facialis und Glossopharyngeus zum Ausdruck. Bei den meisten Haien fehlt dieser Zusammenhang völlig. Dank der Verschmelzung der dorsalen Ganglien mit den epibranchialen geht der N. lateralis bei den Haien als Seitenast hinter dem komplizierten polymeren epibranchialen Ganglion dieses Nervs vom Va-

gus ab. Wie aus dem nebenstehenden Schema ersichtlich, vergrössert sich das Ganglion N. lateralis bei den Haien auf Kosten der benachbarten dorsalen Ganglien der hinteren Segmente der Occipitalregion, welche die Commissura Vagi bilden.

Bei den Vögeln endlich begegnen wir einigen folgenden Stadien des Verschmelzungsprozesses der dorsalen und epibranchialen Ganglien dieser Segmente, wodurch die Commissur zwischen den dorsalen Ganglien der Nerven des 9-ten und 10-ten Paares sich in die Commissur zwischen den epibranchialen Ganglien dieser Nerven verwandelt.

Beim Huhn haben wir folgende Verhältnisse zwischen den Hauptkernen in diesen vier Segmenten (Schema № 4; Segm. 6, 7, 8 und 9).

Segment 9. Die ventralen motorischen Kerne nehmen beim erwachsenen Huhn an der Bildung des motorischen Kernes des Vagus Anteil. Während der Embryonalentwickelung ist der ventrale Abschnitt unabhängig vom dorsalen, welcher den primären motorischen Kern des Vagus bildet.

Die ventralen motorischen Wurzeln sind nur im Laufe des Embryonallebens ausgeprägt. Zum Teil schliessen sie sich dem Plexus N. hypoglossi (Wurzel an des N. hypogl.), zum Teil dem Plexus des N. abducens (4-te Wurzel d. Abducens) an. Beim erwachsenen Huhn wird diese Wurzel reduziert und die motorischen Fasern bilden direkt einen Bestandteil des Vagus, was mit der Verschmelzung des ventralen Abschnittes des motorischen Kernes dieses Segmentes mit dem dorsalen bei der Bildung des polymeren motorischen Kernes N. Vagi im Zusammenhang steht.

Die dorsalen Wurzeln werden vom Moment ihrer Bildung durch die motorischen Fasern des Vagus repraesentiert.

Die dorsalen sensiblen Ganglien sind mit den epibranchialen verschmolzen und nehmen an der Bildung des Ganglion nodosum N. vagi Anteil.

Segment 8. Die dorsalen Abschnitte der ventralen motorischen Kerne bilden sowohl im Laufe der Embryonalentwickelung, als auch beim erwachsenen Huhn den motorischen Kern des N. Glossopharyngeus. Die ventralen Abschnitte bilden die Kerne der dritten Gruppe der Wurzeln des Abducens. Beim erwachsenen Huhn verschmelzen diese Abschnitte mit den entsprechenden Abschnitten des siebenten Segmentes zur Bildung der Kerne des Abducens.

Die ventralen motorischen Wurzeln sind sowohl während des Embryonallebens, als auch beim erwachsenen Huhn vorhanden. Dieselben nehmen an der Bildung des N. abducens Anteil.

Die dorsalen motorischen Kerne bilden die motorischen Fasern.

Die dorsalen sensiblen Ganglien verschmelzen mit den epibranchialen zur Bildung des Ganglion petrosum N. Glossopharyngei.

Segment 7. Die ventralen motorischen Kerne bleiben ebenso erhalten, wie im vorhergehenden Segment und ihre dorsalen Abschnitte bilden die motorischen Kerne des Facialis und die ventralen Kerne des Abducens. Die letzteren Abschnitte verschmelzen beim erwachsenen Huhn mit den ventralen Abschnitten der motorischen Kerne des vorhergehenden Segmentes.

Die ventralen motorischen Wurzeln sind ebenso ausgeprägt wie in den vorhergehenden Segmenten, und zwar sowohl während des Embryonallebens, als auch beim erwachsenen Huhn. Diese Wurzeln bilden das zweite Wurzelpaar des Abducens.

Die dorsalen motorischen Wurzeln bilden die motorischen Fasern des Facialis.

Die dorsalen sensiblen Ganglien werden hauptsächlich durch die Ganglien der Hörnerven repraesentiert, doch ein Teil ihrer Elemente, welche beim Neunauge in diesem Segment die Wurzeln der Seitennerven bildeten, schliessen sich den epibranchialen Ganglien dieses Segmentes zur Bildung des Ganglion geniculi N. facialis an.

Segment 6. Die ventralen motorischen Kerne bilden beim erwachsenen Huhn die motorischen Kerne des Trigeminus. Im Laufe der Embryonalentwickelung sind die ventralen Abschnitte dieser Kerne bisweilen selbständig und bilden die Kerne der ersten Gruppe der Wurzeln des Abducens.

Die ventralen motorischen Wurzeln sind nur ausnahmsweise während des Embryonallebens ausgeprägt und bilden dann die ersten Wurzeln des Abducens. Beim erwachsenen Huhn gehen, im Zusammenhange mit der Verschmelzung der ventralen und dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne dieses Segmentes, die motorischen Fasern derselben zusammen mit den dorsalen Fasern in den Ram. mandibularis N. trigemini ab.

Die dorsalen motorischen geben vom Moment ihres Auftretens an den motorischen Fasern des dritten Astes des N. trigeminus den Ursprung.

Die dorsalen sensiblen Ganglien verschmelzen mit den epibranchialen zur Bildung des gemeinsamen Ganglions des zweiten und dritten Astes des Trigeminus.

Vorder Kopfregion.

Mit dem nächsten Segment beginnt ein Abschnitt des Nervensystems, der während des Bildungsprozesses des Kopfes die tiefgehendsten Umwandlungen erfahren hat. In diesem Abschnitte entwickeln sich die hauptsächlichsten komplizierten Koordinationszentren, das Cerebellum, die Haemisphären, die Lobi optici. Die Ausbildung dieser Zentren zweiter und dritter Ordnung zieht tiefgehende Umwandlungen in den primären Zentren nach sich. Ein Teil der letzteren geht dabei gans verloren, ein Teil aber bleibt erhalten, erleidet jedoch so einschneidende Umwandlungen ihrer ursprünglichen Funktionen, dass ihre Feststellung nur nach einer eingehenden Analyse ihrer embryonalen Wechselbeziehungen zu anderen Zentren gelingt.

Die Schwierigkeit wird noch dadurch erhöht, dass die dorsalen sensiblen Ganglien hier ihren primitiven Charakter beibehalten. Und zwar begegnen wir hier in den meisten Segmenten mehr oder weniger vollständig erhaltenen dorsalen Plakoden. In manchen Segmenten, so z. B. im ersten und zweiten treffen wir nur dorsale Plakoden an (die Retina, Lobi olfactorii), in anderen, so im Segment der Epiphyse sehen wir bei den einen Tierformen, wie beim Neunauge (Schema № 1, a; Segm. 3), nur die dorsalen Plakoden, bei anderen dagegen gleichzeitig mit dem Vorhandensein einer rudimentären (im Vergleich mit den vorhergehenden) Plakode, eine Ganglienanlage, welche augenscheinlich den ausfallenden Zellen dieser Plakoden ihren Ursprung verdankt; dies haben wir z. B. bei den Haien in Gestalt des N. thalamicus (Schema № 1, c; Segm. 3). In noch anderen Segmenten endlich, so in dem des N. trochlearis begegnen wir schon beständig der Bildung eines dorsalen sensiblen Ganglions wobei die Schwankungen lediglich den Selbständigkeitsgrad dieser Ganglein von dem Trochlearis betreffen. So steht z. B. beim Neunauge der Trochlearis mit dem dorsalen Ganglion, welches an Aufbau des Ganglion R. ophtalmici N. trigemini (Schema № 1, a; N. tr.) selbst beim erwachsenen Tier in Verbin-

und g, während bei den Haien (*Froriep*, *Locy*, *Platt*) und Reptilien (*Hoffmann*) dieser Zusammenhang nur während des Embryonallebens, und auch das mit scheinbar sehr bedeutenden individuellen Schwankungen, wofür die höchst widersprechenden Angaben über diese Ganglien sprechen, besteht. Bei anderen endlich, wie bei den Schildkröten (*Filatoff*) steht das dorsale Ganglion nicht einmal während der Embryonalentwickelung mit dem Trochlearis im Zusammenhange und gelangt nur in einer lokalen Verbreiterung des Ganglion des R. ophtalmicus N. trigemini, dem sog. R. ophtalmicus superficialis zum Ausdruck. Die Erhaltung der dorsalen Plakoden in ihrem primiteven Zustande erschwert natürlich noch die auch so schon schwierige Aufgabe der Rekonstruierung des ursprünglichen Baues dieses Abschnittes des Nervensystems, so dass nur eine genaue Vergleichung der Hauptkerne dieser Segmente zu einem befriedigenden Resultat führen kann. Leider verfügen wir, dank der ausserordentlich erschwerten Erforschung dieses Abschnittes des Nervensystems nur über ein sehr beschränktes Tatsachenmaterial zum vergleichend-anatomischen Studium desselben und in bezug auf viele Punkte werde ich mich nur auf einen Hinweis auf diejenigen Erscheinungen, welche mir beim Studium der Entwickelungsgeschichte dieses Abshnittes beim Huhn festzustellen gelang, beschränken müssen. Infolgedessen war ich genötigt auf dem Schema № 1 den ursprünglich gefassten und für den vierten Ventrikel durchgeführten Plan, dasselbe auf den beim Neunauge und den Säugetieren beobachteten Tatsachen zu basieren, fallen zu lassen und für diesen Abschnitt ein kombiniertes Schema aufzustellen. So entnehme ich die Struktur des Olfactorius-Segmentes und die charakteristische Ausbildung der accesorischen Ganglien des G. R. ophtalmici N. trigemini auf der linken Hälfte der Zeichnung dem Bau dieser Organe bei den Haien, der Bau des Opticus-Segmentes und der intracerebrale Abschnitt des Trochlearis-Segmentes, ebenso wie der motorische des pinealen entspricht dem beim Huhn; derjenige der sensiblen Zentren des pinealen Segmentes und der accessorischen Bildungen des Ganglion R. ophtalmici auf der rechten Hälfte der Abbildung—dem des Neunauges.

Die ventralen motorischen Kerne kommen in den meisten Segmenten dieser Region nur während der embryonalen Entwickelung oder aber auch gar nicht zur Anlage. Ihre Differenzierung in dorsale

und ventrale Abschnitte findet hier nicht statt und in allen Segmenten dieser Region, wo wir sie überhaupt antreffen, sind sie einheitlich und lassen sich keinerlei Abschnitte in diesen Kernen unterscheiden. Verfolgen wir eine Reihe von Segmenten von hinten nach vorne, so lässt sich eine zunehmende Reduktion dieser Kerne in dieser Richtung wahrnehmen. Diese Reduktion wird von einer immer grösseren Annäherung aneinander und in den vorderen Segmenten durch eine Verschmelzung der gegenüberliegenden Kerne begleitet. Im Segment des N. trochlearis sind die Kerne dieses Nervs völlig unabhängig von einander, in dem des Oculomotorius haben sich die motorischen Kerne einander bereits bedeutend genähert und zwischen denselben kommt eine bedeutende Commissur zur Ausbildung. Im dritten Segment sind die Kerne der Primärfasern der hinteren Commissur oder, mit anderen Worten, die vorderen Abschnitte der Kerne N. oculomotorii, denn diese Kerne stehen zu den letzteren in inniger Beziehung und nehmen teilweise scheinbar an der Bildung dieses Nervs Anteil, einander noch dichter genähert, so dass sie gewissermassen einen unparen Kern bilden. Im zweiten Segment gelangen die motorischen Kerne nur während des Embryonallebens zur Anlage und sind so eng mit einander verschmolzen, dass von der Paarigkeit ihrer Anlage nur durch den Vergleich mit ihren hinteren Homologa die Rede sein kann. Im ersten Segment lässt sich kein motorischer Kern konstatieren. Doch auf Grund gewisser Kennzeichen, so der Wurzeln des primären Riechnervs der Vögel (N. terminalis der Haie), der Entwickelung der Commissura anterior und endlich des Vorhandenseins von motorichen Fasern im N. terminalis der Haie (Burkhardt), müssen wir annehmen, dass in der Region der Commisura anterior und der Chiasma der N. olfactorii ursprünglich motorische Kerne, welche aller Wahrscheinlichkeit nach bei ihrer Reduktion zu einem unparen Kerne verschmolzen, wie wir dies im zweiten Segment sehen, existierten, und bei den Haien wahrscheinlich auch jetzt noch existieren.

Der Entwickelungscharakter der vorderen Commissur, welcher dieseble der Commissura transversa Halleri oder postoptica nähert, im Zusammenhang mit der teilweisen Kreuzung der Tract. olfactorii und die frühzeitige Bildung derselben, die mit dem Zeitpunkt der Entwickelung sämtlicher primärer Hirncommissuren, die sich an Stelle der primären Hauptkerne bilden, zusammenfällt, berechtigen uns diese

Commissur in dieselbe Kathegorie einzureihen und in ihr eine, an Stelle der sich reduzierenden primären Hauptzentren, zu deren Funktion die Fasern dieser Commissur in Beziehung standen, tretende Commissur zu erblicken. Später, bei der Reduktion der durch ihre Fasern innervierten motorischen Kerne übertrug sich ihre Tätigkeit auf die sekundären Zentren des Riechapparates, welche in ihren Funktionen als Ersatz für die motorischen Kerne des ersten Segmentes auftraten. Als Rest des letzteren blieb nur der Durchtritt durch den Entstehungspunkt dieses Kernes der Fasern der Lobi olfactorii und der Commissura anterior, welche diesen Kern ursprünglich innervierten.

All'diese Fasern stehen miteinander in Verbindung, was nochmals auf den Zusammenhang im Ursprung des Chiasmas dieser Fasern mit dem ihren allen gemeinsamen, von ihnen ursprünglich innervierten Zentrum, hinweist. Einen äussert wichtigen Wink giebt uns in dieser Hinsicht das hier stattfindende Zusammentreffen einer grossen Anzahl von Bahnen. Dieser Erscheinung begegnen wir nur in den primären Commissuren, die an Stelle der primären Zentren entstanden sind, denn nur diese letzteren veranlassten ein Zussamentreffen von Fasern verschidener Zentren nahestehender Funktionen, welche dieselben als koordinierende Zwischeninstanz innervierten. Bei der Reduktion dieser Zentren oder bei Verlust ihrer ursprünglichen Bedeutung übertruug sich die Funktion dieser Fasern auf diejenigen Zentren (in der grössten Mehrzahl der Fälle sekundäre Koordinationszentren), denen die primären Kerne als Zwischeninstanzen dienten; da nun dieser Prozess allmählich seinen Fortgang nahm, so wuchsen die Fasern das primäre Zentrum entlang. Bei weiterer Reduktion dieses Zentrums blieb in diessen Fällen die komplizierte Commissur allein übrig.

Von den primären komplizierten Commissuren unterscheiden sich die sekundären ausserordentlich scharf. Alle sind sie entweder verstreut, wie z. B. die Com. Corporis callosi, oder aber sie bieten nur irgend einem Faserbündel den Durchtritt, z. B. die Kreuzung der Burdach Bündel. Die Entwickelung dieser Commissuren und die Reduktion der primären Kerne, an deren Stelle sie sich bilden, steht mit der Ausbildung der komplizierten Koordinationszentren im Zusammenhange. Für die letzteren ist dabei die Stellung an der den sie innervierenden und von ihnen innervierten Zentren gegen-

überliegenden Seite des Gehirnes bezeichnend. Es ist sehr möglich, dass diese sich kreuzende Innervierung eben von der Reduktion der primären Zentren abhängt.

Motorischen Wurzeln begegnen wir natürlich nur in den beiden hinteren Segmenten in Gestalt des N. trochlearis im fünften Segment und des Oculomotorius im vierten. An der Bildung des letzteren nehmen auch die Fasern des dritten Segmentes Anteil. Der grösste Teil der letzteren bildet jedoch die primären Fasern der Commissura posterior, die nur während der Embryonalentwickelung ausgeprägt sind und später durch die Fasern anderer Zentren ersetzt werden.

Im zweiten Segment begegnen wir nur schwachen Spuren motorischer Fasern während der Embryonalentwickelung (bei Vögeln). Diese Fasern wachsen die Augenstiele entlang.

Im ersten Segment stossen wir nur auf verschwommene Hinweise auf das Vorhandensein solcher bei den Haien im N. terminalis (*Burkhardt*).

Dorsale sensible Ganglien oder, wie sie hier lieber bezeichnet werden sollten, dorsale Plakoden sind in sämtlichen Segmenten ausgeprägt. Zum Unterschiede von den motorischen Kernen begegnen wir hier gerade der entgegengesetzten Erscheinung: in den hinteren Segmenten sind sie verhältnismässig schwächer erhalten als in den vorderen. Dies steht mit der Lage der hinteren Plakoden an der Verwachsungslinie der gegenüberliegenden Neuralwülste im Zusammenhange, wodurch sie z. Teil aus dem Neuralrohr ausgestossen werden und dorsale Ganglien bilden, teilweise in der Wandung des Neuralrohres zurückbleiben und unbestimmten, meist unpaaren gangliösen Gebilden den Ursprung geben (dem unpaaren dorsalen Kerne des Trochlearis, der Epiphyse der meisten Wirbeltiere). Im Zusammenhang mit der Stellung längs der Verwachsungsgrenze der Neuralwülste machen sich bei den verschiedenen Wirbeltieren äusserst weitgehende Schwankungen im Ausbildungsgrade dieser Plakoden bemerkbar.

Die vorderen Plakoden dagegen bleiben völlig im Neuralrohr eingeschlossen, was augenscheinlich damit zusammenhängt, dass sie in bedeutenderem Masse ihren primitiven Sinnesorgancharakter beibehalten haben als die hinteren. Im Zusammenhang damit bilden diese Plakoden Sinnesorgane aus, wobei die Endapparate stets an der der inneren Höhlung des Neuralrohres zugekehrten Fläche zur

Ausbildung gelangen. Dieser Regel sind auch die Epiphysen in dem Falle unterworfen, wenn sie Sinnesorgane bilden. Die Lage der perzeptionsfähigen Fläche stets an der inneren, dem Lumen des Neuralrohres zugekehrten Fläche ist von besonderer Wichtigkeit, da sie auf die Wahrscheinlichkeit der Funktion dieser Plakoden als Sinnesorgane vor der Ausbildung des Neuralrohres, bei deren Entwickelung diese Organe in ihren Bereich kamen, hinweist. Die Höhlung des Neuralrohres blieb dabei für sie sozusagen das äussere Medium, an dessen Oberfläche die Endapparate sich auszubilden fortfuhren. Erst eine Reihe von sekundären Umwandlungen im Bau dieser Sinnesorgane machte sie für ihre Funktion als solche unter den neuen Bedingungen, in welche diese Plakoden nach Verschluss des Neuralrohres gestellt waren, geeignet, wobei sie, dank ihrer ausserordentlichen Stabilität die ursprünglichen Beziehungen ihrer Endapparate zum äusseren Medium, im gegebenen Falle zur inneren Höhlung des Neuralrohres, bewahrten.

Es ist von grosser Wichtigkeit, dass die Bewahrung seitens der Plakoden ihres ursprünglichen Charakters sich auch in der Allmählichkeit des Verschlusses des Neuralrohres in dieser Region wiederspiegelt. Wie ich bereits mehrmals in dieser Arbeit darauf hinwies, verläuft der allgemeine Entwickelungsgang des Hühnerembryos, ebenso wie sämtlicher Wirbeltiere überhaupt, in der Richtung von vorne nach hinten und sämtliche Prozesse breiten sich in dieser Richtung aus. Eine Ausnahme bildet nur das Vorderende des Neuralrohres, dessen Verschluss im Vergleich zu den hinteren Abschnitten desselben verspätet.

Dabei übt die Verzögerung in der Schliessung des Neuralrohres keineswegs auf den Differenzierungsgrad der Gewebe oder der anderen Organe dieser Region einen Einfluss aus und die Verzögerung betrifft ausschliesslich den Schliessungsprozess des Neuralrohres und den demselben untergeordneten Bildungsprozess der Ganglienleisten. Von besonderem Interesse ist der Umstand, dass der Beginn des Schliessungsprozesses des Neuralrohres gerade auf die Gegend des Trigeminus, d. h. gerade unmittelbar hinter der Region, wo wir den am vollständigsten erhaltenen Plakoden begegnen, fällt. Dies berechtigt uns diese beiden Erscheinungen mit einander in Zusammenhang zu bringen und die Ursache der Verzögerung des Schliessungsprozesses des Neuralrohres darin zu suchen, dass die Plakoden

dieser Region ihre primitiven Züge. welche den Zerfall des Gewebes der Neuralwülste aufhalten und deren Schliessung erschweren, bewahrt haben.

In Anbetracht der grossen Wichtigkeit dieses Abschnittes zur Feststellung des primitiven Typus der dorsalen Plakoden sehe ich mich genötigt näher auf die Struktur der dorsalen Plakoden in den einzelnen Segmenten einzugehen. Beginnen wir von den hinteren.

Segment des N. trochlearis.

Im fünften Segment werden die dorsalen Plakoden bei der Vögeln durch das dorsale unpaare Kernchen des Trochlearis und Distrikte der Ganglien der R. ophtalmici der N. trigemini, die sich auf Kosten der Ganglienleistenzellen dieses Segmentes bilden, repraesentiert. Den Zusammenhang dieser Bildungen untereinander lässt sich unschwer nachweisen, sowohl durch eine Reihe vergleichend-embryologischer Daten, als auch durch die höchst charakteristischen Züge in den Lagebeziehungen des unpaaren dorsalen Kernchens zu den motorischen Kernen des N. trochlearis, welche die Entwickelung desselben beim Huhn begleiten. Leider verfügen wir in der Litteratur über keinerlei Angaben über das Vorhandensein dieses Kernchens bei den übrigen Wirbeltieren und ich bin deshalb genötigt mich auf meine eigenen Befunde bei den Vögeln zu beschränken.

Bei den Vögeln bildet das dorsale Kernchen des N. trochlearis ein unregelmässiges Konglomerat grosser gangliöser Zellen (cf. Fig. 86, Taf. V), welches im Chiasma der NN. trochleares Stellung nimmt. Das Konglomerat dieser Zellen beginnt besonders deutlich zur Zeit des Heranwachsens der motorischen Fasern der ventralen Kerne bis zum Abgangspunkt der NN. trochleares hervorzutreten. Zu dieser Zeit der maximalen Ausbildung des dorsalen Kernchens lässt sich das Hervorwachsen der Fasern dieser Ganglienzellen den motorischen Fasern entgegen wahrnehmen. Bald nach dem Austritt der motorischen Fasern des N. trochlearis (cf. Fig. 86, Taf. V) nimmt dieses Konglomerat allmählich ab und es bleiben nur noch vereinzelte Zellen übrig, bis auch sie spurlos verschwinden. Bei verschieden Individuen ein und derselben Art, ebenso wie bei Vertretern verschiedener Arten ist dieses Kernchen bedeutenden Schwankungen unterworfen, was augenscheinlich durch seinen rudimentären Cha-

rakter und das Fehlen irgend einer Bedeutung in den heutigen Funktionen des Nervensystems der Vögel bedingt wird. Ausserdem geben uns die bedeutenden individuellen Schwankungen einen äusserst wichtigen Hinweis auf den wahrscheinlich verschiedenen Ausfallgrad der Zellen dieses Kernchens aus dem Neuralrohr bei der Ganglienleistenbildung.

Das frühzeitige Auftreten dieses Kernchens und sein frühes Verschwinden bei Fehlen irgend welcher Funktionen, ebenso wie die Unbeständigkeit seiner Bildung bei den verschiedenen Arten und selbst Individuen derselben Art bilden zweifellose Beweise der Primitivität dieses Kernes.

Die Primitivität des dorsalen Kernes weist gleichzeitig mit seiner Lage an der Verwachsungsgrenze der gegenüberliegenden Neuralwülste, zweifellos auf die ursprüngliche Paarigkeit dieses Kernes hin, der notgedrungen den ursprünglich jedem der hier zusammentreffenden Neuralwülsten angehörenden Kernen seinen Ursprung verdankt.

Die Lage dieses Kernes in dem Distrikt, wo dank dem Fehlen eines Ausfallens der Zellen der Dorsalseite das Nervengewebe im Tectum des Neuralrohres erhalten bleibt, zeigt weiter den notwendigen Ausfall der homologen Kerne in den hinteren Segmenten in dem Falle, wenn solche Kerne in denselben während der Entstehung der Ganglienleisten zweiter Ordnung zur Ausbildung gelangten. Ueber direkte Hinweise auf die Existenz solcher Kerne in diesen Segmenten verfügen wir zwar nicht, doch liefern die indirekten Anzeichen so bestimmte Beweise, dass die Existenz dorsaler Reihen von homologen Kernen, die bei der Bildung der Ganglienleisten zugrunde gehen, ganz ausser Zweifel gestellt ist.

Die Lage des dorsalen Kernchens N. trochlearis an der Berührungs- und Verwachsungsgrenze der Neuralwülste weist auf die Notwendigkeit eines grösseren oder geringeren partiellen Ausfallens dieses Kernchens bei der Bildung des Neuralrohres hin. Der ganze Teil des dorsalen Kernchens oder, richtiger, der dasselbe bildenden Plakoden, welche in den Bereich derjenigen Region der Neuralwülste gelangt, welcher bei der Verwachsung des Neuralrohres zerfällt, wird mit diesen Zellen zusammen ausgestossen. Nur der innerhalb des Neuralrohres übrig bleibende Teil bildet das unpaare Kernchen des Trochlearis. Die Unpaarigkeit desselben steht eben damit im

Zusammenhange, dass die mittleren Distrikte der zusammenkommenden Plakoden ausfallen, so dass nur eine gewisse Anzahl von Zellen einer jeden, welche das unpaare Konglomerat des dorsalen Kernchens bilden, erhalten bleibt. Eine Bestätigung dieser Voraussetzung begegnen wir, wie wir weiter unten sehen werden, in der Struktur der Epiphysen bei den verschiedenen Wirbeltieren, hauptsächlich aber in der Unbeständigkeit der quantitativen Ausbildung, welche wir im dorsalen Konglomerat des unpaaren Kernchens der N. trochleares bei verschiedenen Individuen ein und derselben Art antreffen. Die Möglichkeit individueller Schwankungen steht jedenfalls mit den bedeutenden Schwankungen im Grade des Ausfalles dieser Kerne aus dem Neuralrohr, welcher von den Dimensionen des bei der Bildung des Neuralrohres zerfallenden Distriktes der Neuralwülste abhängt, im Zusammenhange.

Wie wir dies im vorhergehenden Teil gesehen haben, stehen die Dimensionen dieses Distriktes ausschliesslich mit einer Reihe, in Abhängigkeit von den äusseren Bedingungen bedeutenden Schwankungen unterworfener mechanischer Ursachen im Zusammenhange.

Beim Ausfall der Zellen der Plakoden des unpaaren Kernes N. trochlearis ist es natürlich nicht möglich ihr weiteres Schicksal direkt zu verfolgen, da dieser Prozess während früher Entwickelungsstadien verläuft, wo sich die Zellen irgend welcher Kerne noch nicht herausdifferenzieren lassen. Infolgedessen ist es nicht möglich zwischen den Zellen der Ganglienleisten die Elemente der dorsalen Plakoden zu verfolgen. Dementsprechend muss die Frage folgendermassen gestellt werden: giebt wenn auch ein Teil der Zellen der Ganglienleisten dieser Region sensiblen Ganglienzellen den Ursprung und bilden diese Zellen in dieser Region eine gangliöse Anhäufung die zu den NN. trochleares in Beziehung steht? Beide diese Fragen müssen bejahend beantwortet werden.

Aus den vorhergehenden Teilen der vorliegenden Arbeit war es bereits klar, dass die Ganglienzellen des R. ophtalmicus N. trigemini sich bei den Vögeln aus den Ganglienleistenzellen dieser Region entwickeln. Bei den anderen Wirbeltieren liegen die Verhältnisse ebenso und an der Bildung der Ganglienzellen der R. ophtalmicus nehmen die Ganglienleistenzellen sowohl dieser Region, als auch der benachbarten Anteil.

Ausserdem bilden sich bei einigen Wirbeltieren, so bei den Haien

(Froriep) und den Reptilien (Hoffmann) aus den Ganglienleistenzellen des Segmentes des N. trochlearis eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte gangliöse Anhäufung, welche späterhin am Aufbau des Ganglions R. ophtalmici teilnimmt. Dieselbe ist sehr unbeständig ausgeprägt und, soviel man nach den widersprechenden Angaben über ihre Existenz und den individuellen Abweichungen bei den Classen, wo dieselbe angetroffen wird, urteilen kann, bedeutenden Schwankungen unterworfen.

Aeusserst lehrreich sind die Wechselbeziehungen zwischen dieser gangliösen Anhäufung und dem N. trochlearis. Während bei gewissen Classen diese Beziehungen sehr deutlich zu Tage treten und selbst beim erwachsenen Tier erhalten bleiben, wie wir dies z. B. beim Neunauge sehen (Schema № 1 a, Segm. 5), wo der N. trochlearis die Masse des Ganglion R. ophtalmici durchsetzt, kommt dieselbe bei anderen nur während der Embryonalentwickelung in Gestalt eines partiellen Zusammenhanges dieser Masse mit dem N. trochlearis zum Ausdruck; dies sehen wir z. B. bei den Haien (Froriep, Dohrn) und Reptilien (Hoffmann), meinen Beobachtungen zufolge speziell bei Tropidonotus, bei welchem diese gangliöse Masse recht lange ihre Beziehungen zum N. trochlearis bewahrt. Bei den dritten ist von diesem Zusammenhange schon keine Spur mehr zu merken und die gangliöse Masse bildet eine vom N. trochlearis unabhängige gangliöse Anhäufung, welche von ihrem ersten Auftreten an in mehr oder weniger innigen Beziehungen zum R. ophtalmicus N. trigemini steht. In diesem Falle wird dieses Ganglion gewöhnlich als G. Rami ophtalmici superficialis unterschieden, so z. B. beim Sterlet (Acipenser ruthenus), bei Emys. Der Entwickelungsgeschichte dieses Astes bei den Reptilia und besonders bei Tropidonotus nach zu urteilen haben wir allen Grund den Ramus ophtalmicus superficialis als dorsalen sensiblen gangliösen Nerv des Segmentes des N. trochlearis anzusehen. Die allmähliche Losdifferenzierung des N. trochlearis vom R. ophtalmicus superficialis hinterlässt in dieser Beziehung keinerlei Zweifel.

Bei den vierten endlich fehlt selbst die Möglichkeit diese gangliöse Anhäufung sogar bei ihrer Anlage zu unterscheiden, so z. B. beim Huhn.

Auf diese Weise sehen wir eine folgerichtige Phasenreihe der Wechselbeziehungen zwischen dieser gangliösen Masse und den NN.

trochleares hervortreten. Angefangen von dem Zusammenhange der NN. trochleares mit der ganzen Masse der Zellen der sensiblen Ganglien ihres Segmentes (beim Neunauge—Zusammenhang mit dem Ganglion Rami ophtalmici N. trigemini), nimmt der Prozess im Zwischenstadium, wo ein Teil der Zellen seine Beziehungen zum N. trochlearis bewahrt, während der andere dieselben einbüsst, wodurch zwischen dem Ganglion des R. ophtalmicus N. trigemini und dem N. trochlearis sich eine Reihe unbestimmter gangliöser Anhäufungen bildet (die sich späterhin endgültig von den NN. trochleares freimachen und mit den Rami ophtalmici N. trigem. verschmelzen) seinen Fortgang und führt endlich zur völligen Unabhängigkeit der NN. trochleares von den sensiblen Ganglien ihres Segmentes, wie wir dies bei den Vögeln sehen, wo keine Spur eines solchen Zusammenhanges selbst während der Embryonalentwickelung existiert, wenn man nicht das unpaare Kernchen der NN. trochleares mitrechnet.

Wie ich oben bereits erwähnte, kommen die verschiedenen Stadien der Assimilierung dieser gangliösen Masse seitens des Ganglions R. ophtalmici N. trigemini äusserst unbeständig bei den verschiedenen Wirbeltieren vor. Diese Unbeständigkeit muss jedenfalls mit der bedeutenden Veränderlichkeit im Entwickelungsgrade des unpaaren Kernchens, auf welche ich oben hinwies, in Zusammenhang gebracht werden. Ob diese Schwankungen zu irgend inneren Verhältnissen in Beziehung stehen und ob die bedeutendere Selbständigkeit der gangliösen Masse von irgend Umwandlungen im dorsalen Kernchen in Abhängigkeit steht, bin ich nicht imstande anzugeben, da bei den Vögeln, bei denen ich dieses Kernchen beobachtete, keine gesonderte gangliöse Masse zur Ausbildung gelangt.

Die Reihe dieser Daten erlaubt es uns also anzunehmen, dass bei den Wirbeltieren im fünften Segment eine Enteilung der dorsalen Plakoden stattfindet, wobei der eine, den motorischen Kernen zunächst liegende Teil, den ich der Kürze halber als den inneren bezeichnen werde, bisweilen innerhalb der Wandungen des Neuralrohres zurückbleibt und zusammen mit dem ihm entsprechenden Teile der Plakode der gegenüberliegenden Neuralwulst das unpaare Kernchen des N. trochlearis bildet, während der andere, von den motorischen Kernen weiter entfernte, den ich als den äusseren bezeichnen will, aus dem Neuralrohr bei der Ablösung desselben

von dem das Integument bildenden Ektoderm ausgestossen wird und zur Bildung des dorsalen sensiblen Ganglions seines Segmentes dient. Beide diese Teile standen ursprünglich in denselben Beziehungen zu ihren motorischen Kernen wie die anderen dorsalen Ganglien des Rumpfes und Kopfes. Bei den meisten rezenten Wirbeltieren ist der Zusammenhang dieser gangliösen Gebilde mit den motorischen Kernen verloren gegangen und hat sich nur beim Neunauge während sämtlicher Entwickelungsstufen und bei einigen Reptilien in der Embryonalperiode in Gestalt der gangliösen Zwischenmassen zwischen N. trochlearis und Ganglion R. ophtalmici und bei den Vögeln in Form des rudimentären unpaaren Kernchens der NN. trochleares erhalten.

Da die thorakalen und hinteren cranialen dorsalen Ganglien sämtliche von den Ganglienleistenzellen, die von selbständig aus der Dorsalwandung des Neuralrohres ausfallenden Zellen komplektiert werden, gebildet werden, so sind wir berechtigt dieselben als Homologa der gangliösen Masse des fünften Segmentes, die an der Bildung des Ganglion R. ophtalmici N. trigemini teilnimmt, und folglich auch als Homologa des unpaaren dorsalen Kernchens der NN. trochleares anzusehen.

Segment des N. oculomotorius.

Im vierten Segment haben wir als dorsale Ganglien die sich aus den Ganglienleistenzellen dieses Segmentes bildenden Teile der Ganglien R. ophtalmici N. trigemeni und das sich im Zusammenhange mit ihnen ausbildenden Ganglion ciliare N. oculomotorii.

Von der Anteilnahme der Zellen der dorsalen Plakoden dieses Segmentes an der Bildung des Ganglion R. ophtalmici überzeugt uns der Zusammenhang zwischen den Ganglien dieses Astes und dem N. oculomotorius durch Vermittelung des Ganglion ciliare, Verhältnisse, die bei sämtlichen Wirbeltieren sowohl während der Embryonalentwickelung, als auch beim erwachsenen Tier deutlich ausgeprägt sind.

Wie ich oben bereits erwähnte wird das G. ciliare und das G. R. ophtalmici N. trigemini entsprechend von den unteren und oberen Teilen der Ganglienleisten dieser Region gebildet. Auf diese Weise haben wir es hier mit einer Einteilung der Ganglienzellen der dorsalen Plakoden dieses Segmentes in zwei Teile, ebenso wie im vor-

hergehenden Segment, zu tun. Der eine derselben bewahrt seinen Zusammenhang mit den motorischen Nerven seines Segmentes (das Ganglion ciliare), der andere trennt sich von den motorischen Nerven und bildet einen Bestandteil des polymeren Ganglions des R. ophtalmicus Trigemini. Die gegenseitigen Beziehungen dieser Teile zueinander stimmen völlig mit dem überein, was wir im Segment der NN. trochleares beobachten und der Unterschied liegt ausschliesslich in dem verschiedenen Erhaltungsgrade des Abschnittes der Plakoden, der mit den motorischen Nerven seines Segmentes im Zusammenhang steht.

Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Einteilungen kehrt bei den verschiedenen Wirbeltieren mit grosser Beständigkeit wieder und erreicht in gewissen Fällen einen so hohen Grad, dass selbst eine Migration der Ganglienzellen aus der einen in die andere stattfindet, wie dies Carpenter für die Vögel nachgewiesen hat. In gewissen Fällen kommt es augenscheinlich auch zu einer Migration der motorischen Elemente aus den ventralen Kernen nach dem G. ciliare und in diesem Falle müssen wir dasselbe seinen Funktionen nach den Ganglien des sympathischen Systems gleichstellen, doch ist die letztere Migration nach dem G. ciliare eine höchst unbeständige Erscheinung bei sämtlichen Wirbeltieren und lässt sich bei den Säugern z. B. überhaupt nicht beobachten, so dass wir dieselbe am ehesten als eine sekundäre, mit der Anpassung dieses Ganglions an seine neuen Funktionen als sympathisches Zentrum des Auges im Zusammenhange stehende ansehen müssen. Zu Gunsten dieser Auffassung spricht der Umstand, dass bei den Säugetieren, bei denen motorische Zellen im G. ciliare fehlen, das Auge seine sympathischen Fasern aus dem Plexus sympathischer Nerven, welcher die Arteria carotis interna umkleidet, bezieht.

Infolgedessen haben wir die vollste Berechtigung die sekundäre Anpassung des Ganglion ciliare an die Funktionen eines sympathischen Zentrums anzunehmen und dasselbe als Einteilung der dorsalen Plakode dieses Segmentes zu betrachten, eine Einteilung, die durch dieselben Ursachen, wie die der dorsalen Plakoden des vorhergehenden Segmentes veranlasst ist [1]).

[1]) Ein bedeutendes Interesse bieten in dieser Hinsicht die Untersuchungen *Schwalbe*'s über das Ganglion oculomotorii (ciliare) der Wirbeltiere und beson-

Ebenso wie dort, so haben wir auch hier einen mit den motorischen Nerven dieses Segmentes im Zusammenhange stehenden Abschnitt (das Ganglion ciliare im vierten Segment; das unpaare dorsale Kernchen der NN. trochleares und unabhängige gangliöse Massen zwischen denselben und dem R. ophtalmicus im fünften) und einen anderen mehr oder weniger aus der Reflexkette seines Segmentes ausgeschlossenen Teil (Ganglion R. ophtalmici in beiden Fällen). Der Unterschied liegt hauptsächlich im Differenzierungsgrade dieser Abschnitte. Während im fünften Segment die Einteilung eher den Charakter einer rein mechanischen Trennung, die von der Loslösung der NN. trochleares von den dorsalen Ganglien ihres Segmentes in Abhängigkeit steht, zeigt, macht sich im vierten Segment eine ausserordentlich konstante organische Einteilung der Zellen der dorsalen Plakoden in zwei Ganglien geltend. Wenn wir uns jedoch ins Gedächtniss zurückrufen, dass beim Neunauge im fünften Segment keine Einteilung der dorsalen Plakoden in zwei Abschnitte existiert und die ganze Zellenmasse der dorsalen Plakoden zur Bildung des G. Rami ophtalmici, mit denen auch die NN. trochleares im Zusammenhang stehen, verwandt wird und dass das Auftreten der Einteilung der dorsalen Plakoden in Gestalt gangliöser Zwischenmassen in Abhängigkeit von der Loslösung von den Ganglien R. ophtalmici der NN. trochleares steht, so wird es uns klar, dass die Assimilierung der dorsalen Plakoden durch die Ganglien R. ophtalmici im fünften Segment bedeutend weiter vorgeschritten ist als im vierten, wo wir tatsächlich noch organisch nicht mit den Ganglien R. ophtalmici verbundenen Zellen der dorsalen Plakoden vor uns haben, während im fünften Segment die Masse der Zellen der dorsalen Plakoden organisch in den Ganglien R. ophtalmici aufgegangen ist und nur eine zufällige Abtrennung eines Teiles der Zellen der Plakoden von diesen Ganglien und Bewahrung ihres ursprünglichen Zusammenhanges mit den motorischen Nerven, in

---

ders seine Hinweise auf das Vorhandensein einer lateralen Wurzel des N. oculomotorius beim Menschen, welche nach *Schwalbe* den dorsalen Wurzeln der Rückenmarksnerven entspricht und die Wurzel des G. ciliare im eigentlichen Sinne darstellt, von dessen Dimensionen auch diejenigen der Wurzel abhängen. Leider ergaben meine sorgfältigen Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte des Schweines mir keinerlei diese Auffassung bestätigenden Resultate.

Abhängigkeit von den einen oder anderen mechanischen Bedingungen, vorkommen kann.

Pinealsegment.

Im dritten Segment werden die dorsalen Plakoden durch die Epiphysen, die Ganglia Habenulae und bei manchen Haien durch die NN. thalamici repraesentiert.

In diesen dorsalen Plakoden begegnen wir denselben charakteristischen Erscheinungen der Bildung seitens paariger, in jedem der zusammentreffenden Nervenwülsten gelegenen Plakoden unpaarer Gebilde in Abhängigkeit von deren Beziehungen zu der Verwachsungslinie der Nervenwülste. Wir treffen hier bei manchen Wirbeltieren auf Gebilde, welche ihre ursprüngliche Paarigkeit in vollem Umfange bewahrt haben, wie z. B. beim Neunauge, und auf solche, die verschiedene Uebergangsstufen zu den unpaaren Organen einnehmen, wie z. B. bei den Reptilien bei der Bildung des unpaaren funktionierenden Parietalauges, und endlich auf Bildungen, deren Paarigkeit völlig verloren gegangen ist, wie z. B. die Epiphyse der Vögel, Säugetiere und Haie.

Ebenso wie im fünften Segment ist der Ausbildungsgrad dieser Organe bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen.

Aeusserst lehrreich sind die beim Neunauge vorkommenden individuellen Schwankungen. Einerseits bestehen sie in den Veränderungen in der vorwiegenden Entwickelung der einen oder anderen Seite. Bei den meisten Neunaugen macht sich eine vorwiegende Ausbildung der Organe der rechten Seite bemerkbar, während bei anderen Exemplaren umgekehrt die linke die vorherrschende ist. Andererseits begegnen wir bei demselben Neunauge bisweilen einer Verschmelzung beider Epiphysen miteinander, welche, wie *Ahlborn* in seiner schönen Untersuchung über die Epiphysen des Neunauges angiebt, in gewissen Fällen zur Bildung eines einzigen gemeinsamen Bläschens führen kann. Diese, der Verschmelzung der Epiphysen beider Seiten miteinander zustrebenden individuellen Schwankungen, sind für uns von der grössten Bedeutung, indem sie uns den Uebergang einerseits zu der unpaaren Ausstülpung der Epiphyse der Reptilien, welche das unpaare Parietalauge von sich abschnürt, und durch diese zu der unpaaren rudimentären Ausstülpung der Epiphyse

der meisten Wirbeltiere anzeigt. Andererseits nähern wir uns durch die rudimentären unpaaren Ausstülpungen der Epiphysen zweifellos dem unpaaren dorsalen Kernchen der NN. trochleares, umsomehr als wir bei manchen Wirbeltieren mit rudimentärer unpaarer Epiphyse, wie z. B. bei den Selachiern, bereits der Bildung besonderer gangliöser Massen im Segment des Pinealapparates begegnen, welche nur den Zellen der äusseren Abschnitte der bei Verschluss des Neuralrohres ausgefallenen Plakoden zugeschrieben werden können.

Bei den meisten Wirbeltieren begegnen wir nur schwachen Spuren der ursprünglichen Paarigkeit der Epiphysen in Form der in manchen Fällen vorhandenen Bildung zweier Ausstülpungen anstatt der einen verschmolzenen oder eines zweigeteilten, wie dies bisweilen bei den Reptilien beobachtet wurde. Bei sämtlichen Wirbeltieren bewahren die ursprüngliche Paarigkeit nur die inneren Teile dieser Plakoden, welche die Ganglia habenulae bilden.

In der Verschiebung der Epiphysen gegeneinander bei den Formen, bei denen wir beide Epiphysen gesondert antreffen, liegt der Grund für die recht verbreitete Ansicht, die Epiphysen seien unpaare hinter einander liegende Bildungen der dorsalen Seite des Neuralrohres. Besonders vollständig findet diese Auffassung in den Arbeiten *Johnstons* Ausdruck, der beide Epiphysen zwei aufeinanderfolgenden Segmenten als spezielle Sinnesorgane zurechnet. Die vordere Epiphyse zählt dieser Forscher dem Segment der Ganglia habenulae zu, welche er als den dorsalen Ganglien, wenigstens ihren Funktionen nach, homolog ansieht. Die hintere über trägt er zu den Lobi optici, die seiner Ansicht nach den Ganglia habenulae homolog sind. Den Grund zu einer solchen Trennung findet *Johnston* ausschliesslich darin, dass die Nervenfasern der vorderen Epiphyse beim Neunauge seiner Ansicht nach sich ausschliesslich der Commissura habenulae, die der hinteren der Commissura posterior anschliessen. Die erstere Commissur rechnet Johnston dem Segment der Ganglia habenulae, die letztere dem der Lobi optici zu. Diese Einteilung stimmt jedoch nach den Untersuchungen Ahlborn's an Petromyzon und Dendy's an Geotria nicht mit den Tatsachen überein und die Nervenfasern sowohl der vorderen, als auch der hinteren Epiphyse ziehen vielmehr zum Ganglion habenulae hin und nur ein sehr geringer Teil der Fasern der hinteren Epiphyse schliesst sich der Commissura posterior an.

Soviel sich aus den Untersuchungen dieser Autoren ersehen lässt, begegnen wir beim Neunauge einer ausserordentlich deutlich vor unseren Augen verlaufenden Verdrängung der paarigen Bildungen der dorsalen Plakoden der einen Seite seitens der entsprechenden Gebilde der gegenüberliegenden. Tatsächlich begegnen wir hier einer bedeutenden Ausbildung der hinteren Epiphyse, welche der vorderen, ihr an Differenzierung nachstehenden aufgelagert ist. Entsprechend dem Unterschiede im Entwickelungsgrade der beiden Epiphysen macht sich auch ein Unterschied in den Dimensionen der Ganglia habenulae der einen und anderen Seite bemerkbar. Das Ganglion habenulae der einen Seite ist stets bedeutend stärker ausgebildet als das der anderen, wobei die hintere, also die obere Epiphyse stets mit dem stärker entwickelten Ganglion habenulae in Verbindung steht. Meist ist das rechte das stärker entwickelte Ganglion und mit ihm steht dann die hintere Epiphyse im Zusammenhange, doch kann als individuelle Schwankung auch die stärkere Ausbildung der linken vorkommen, wobei mit ihm dann auch die hintere Epiphyse verbunden ist. Die vordere weniger entwickelte und tiefer liegende Epiphyse steht stets mit dem weniger entwickelten rechten oder linken Ganglion habenulae in Verbindung.

Auf diese Weise zeigen diese Untersuchungen, dass die Grundthese Johnstons unrichtig ist und beide Epiphysen mit den Ganglia habenulae in Verbindung stehen. Ausserdem sind die Schwankungen in der vorwiegenden Entwickelung des rechten oder linken Ganglion habenulae ein durchaus überzeugender Beweis zu Gunsten der Zugehörigkeit der Epiphysen und Ganglia habenulae zu ein und demselben Segment. Steht doch tatsächlich das stärker entwickelte Ganglion habenulae stets mit der hinteren Epiphyse im Zusammenhange und wir müssen infolgedessen zulassen, dass entweder das rechte oder linke Ganglion habenulae und die rechte oder linke Epiphyse individuell stärker entwickelt werden, oder aber, dass die stärker entwickelte hintere Epiphyse individuell das rechte oder linke Ganglion innervieren und so dessen stärkere Ausbildung veranlassen kann. Sowohl die eine, als auch die andere Voraussetzung führt unbedingt zu der Notwendigkeit einer Zugehörigkeit dieser Gebilde zu ein und demselben Segment und dem Schluss von der ursprünglichen Paarigkeit der Epiphysen.

Die Paarigkeit der Epiphysen und ihr rudimentärer Charakter

zieht gleichzeitig mit ihrer Stellung an der Verwachsungsgrenze der Neuralwülste ihre notwendige Anerkennung als primäre, in jedem der Neuralwülste gelegene Sinnesorgane nach sich. Bei der Bildung des Neuralrohres näherten sich dank dem Zusammentreffen der Neuralwülste diese Organe einander an der Dorsalseite bis zur Verwachsungsgrenze der letzteren. Wir begegnen daher auch bei den Wirbeltieren den verschiedensten Anpassungsversuchen dieser Sinnesorgane an die Tätigkeit unter den neuen Bedingungen, welche endlich zur endgültigen Reduktion derselben führen.

Die Anpassung dieser Sinnesorgane kommt anfangs im Versuch die Organe beider Körperhälften funktionierend zu erhalten zum Ausdruck, was, infolge des Zusammentreffens beider Organe an der Medianlinie, durch ihre Stellung hintereinander angestrebt wird. Diese Verhältnisse treffen wir beim Neunauge an, wo wir es mit der Bildung zweier getrennter Epiphysen zu tun haben. Gleichzeitig begegnen wir bei den Neunaugen bereits einer ganzen Reihe von Uebergängen zur Umbildung zweier Organe in ein unpaares. Als erster Schritt ist hier die vorherrschende Ausbildung des einen Organes zu erwähnen. Da dieser Prozess beim Neunauge noch ganz im Beginn begriffen ist, so können die Organe beider Seiten individuell die stärker entwickelten sein. Als folgenden Schritt begegnen wir bei einzelnen Exemplaren der Verschmelzung beider Epiphysen mit einander, welche bei manchen zur Bildung einer einzigen gemeinsamen Epiphyse führt.

In diesem letzteren Zustande treffen wir die Epiphyse auch bei den Amphibien und Reptilien an, wo sich das Parietalauge aus dem sich abschnürenden Teil der gemeinsamen unpaaren Ausstülpung der Epiphyse entwickelt. Im Bau des Parietalauges selbst sehen wir bei den Tierformen, wo sich dasselbe, wie bei Hatteria, gut erhalten hat, eine Reihe progressiver Merkmale im Vergleich zu der Struktur der am meisten entwickelten und funktionsfähigen Epiphyse des Neunauges. Bei Hatteria begegnen wir einer verhältnissmässig komplizierten histologischen Differenzierung des Retinagewebes und der Ausbildung eines durchaus scharf ausgeprägten Linse mit ihrer charakteristischen histologischen Differenzierung. Wir suchen hier bereits vergeblich nach Spuren der Bildung aus den einen oder anderen Teilen der Ausstülpungen der Linse oder Retina, wie dies beim Neunauge der Fall ist, wo selbst im Gewebe der Linse noch Ner-

venelemente voranden sind. sondern sämtliche Abschnitte sind im Gegenteil deutlich ausgeprägt und scharf voneinander geschieden und in ihren allgemeinen Wechselbeziehungen lässt sich bereits ein deutlicher Hinweis auf die Tätigkeit des Parietalauges erkennen.

Dieser Widerspruch zwischen der Vollständigkeit der Erhaltung des Pinealapparates und dessen Anpassung an die Tätigkeit als Sinnesorgane giebt uns Hinweise von grösster Wichtigkeit auf eine allmähliche sekundäre Anpassung an die Tätigkeit als Sinnesorgane mit Spezialfunktionen der primären Sinnesorgane des Integumentes, die beim Verschluss des Neuralrohres in den Bereich des letzteren an die Medianlinie der Dorsalseite gelangten.

Infolgedessen büssen diese Sinnesorgane ihre ursprünglichen Funktionen ein, da dieselben bei der neuen Lage dieser Organe ihre Bedeutung verlieren, und durch eine Reihe allmählicher Uebergänge hindurch wird ein neues Sinnesorgan geschaffen. Die hier stattfindende Bildung eines einzigen unpaaren Organes ist eben die Folge der völligen Identität der Funktionen dieser Organe, die hart aneinander an der Medianlinie liegen. Dank der Identität der von ihnen empfundenen Reize des äusseren Mediums findet ein allmählicher Ersatz dieser zwei Organe durch ein gemeinsames, verbessertes, der Funktion unter den neuen Bedingungen völlig angepasstes Organ statt.

Einen sehr wichtigen Hinweis auf die Bildung des Parietalauges der Reptilien durch Verschmelzung der beiden Epiphysen bietet uns die Gleichheit der Ganglia habenulae sowohl bei ihnen, als auch bei sämtlichen, mit einer unpaaren Ausstülpung der Epiphysen versehenen Wirbeltieren. Die Gleichheit derselben weist auf die bei diesen Tieren eingetretene Gleichheit der Epiphysen hin. Das funktionierende Parietalorgan oder aber einfach die rudimentäre Ausstülpung der Epiphysen bildet sich hier schon in gleichem Masse auf Kosten der Zellen beider Epiphysen, wodurch auch die gleiche Innervierung der Ganglia habenulae seitens derselben zustande kommt.

Einen interessanten Beweis des paarigen Ursprunges der Parietalorgane der Reptilien liefert uns die Abschnürung bei Plica (Uraniscodon) Umbra (Spencer) zweier an dem gemeinsamen Pinealnerv gelegener Bläschen.

Als weiterer Schritt auf demselben Wege muss die Anerkennung der Untauglichkeit auch des funktionierenden unpaaren Sinnesorganes und im Zusammenhang damit dessen völlige Reduktion angesehen werden. Eine äusserst interessante Stufe bildet in dieser Hinsicht die Ablagerung von Pigment in der Linse des Parietalauges bei Varanus, welches gewissermassen dieses noch funktionsfähige Organ von den äusseren Reizen schützt. Hier findet gewissermassen die Verhinderung der Reizempfindung seitens eines zwar funktionsfähigen, doch lästigen Organes statt. Bei einer Reihe von anderen Reptilien und Amphibien lässt sich das allmähliche Verschwinden des unpaaren Parietalorganes gut verfolgen.

Als Resultat dieser Reduktion bleibt zuletzt nur eine unpaare Ausstülpung des Neuralrohres an der Bildungsstelle der Epiphysen. In diesem Zustande treffen wir diese Organe bei den Vögeln an. Als Beweis, dass diese Formen die vorhergehenden Stadien durchgemacht haben, bleiben die gleichen paarigen Ganglia habenulae. Im Zusammenhange mit der Reduktion der Epiphysen macht sich auch in ihnen ein bedeutenden Zurückbleiben in ihrer Entwickelung im Vergleich zum Neunauge bemerkbar. Ueber ihre Funktion sind wir uns bis heute noch völlig im Unklaren.

Als letzte Stufe endlich sehen wir den Ausfall eines Teiles der Zellen der reduzierten Epiphysen aus dem Neuralrohr und die Bildung seitens derselben der Ganglia N. ophtalmici, welche sich den Ganglia R. ophtalmici N. trigemini anschliessen.

Wenden wir uns nun wieder dem Neunauge zu, so können wir sagen, dass die Assymetrie in der Ausbildung des Pineallapparates bei demselben durch die Verdrängung der Organe der einen Neuralwulst durch die entsprechenden Bildungen der anderen veranlasst wird. Infolgedessen erlangt im Zusammenhange mit der vorwiegenden Ausbildung des Pinealapparates der einen oder anderen Seite auch das Ganglion habenulae der rechten oder linken Seite eine höhere Entwickelung. Dabei ist zu beachten, dass wir ein deutliches Bild der Uebereinstimmung in der Entwickelung dieser Organe nur bei solchen Wirbeltieren beobachten können, bei denen die Elemente beider Seiten deutlich zum Ausdruck gelangen, wie z. B. beim Neunauge. Bei den übrigen Wirbeltieren, im Zusammenhange damit, dass der Pinealapparat das Stadium seiner Anpassung an die Ausbildung eines einzigen unpaaren Organes (Parietalauge der

Reptilien) durchmacht, treten die übrigen Elemente dieses Apparates, so z. B. die Ganglia habenulae beider Seiten, in ein rein untergeordnetes Verhältniss, wodurch der Unterschied swischen rechtem und linkem G. habenulae verschwindet. Bei der Reduktion des Parietalauges und der endgültigen Einstellnng der Funktion des Pinealapparates als Sinnesorgan bleibt die Gleichheit der Ganglia habenulae der rechten und linken Seite zu Recht bestehen, was, wie mir scheint, darauf hinweist, dass diese Tierformen das Stadium der Umwandlung zweier Epiphysen in ein unpaares funktionierendes Sinnesorgan und der Anpassung an die Tätigkeit des letzteren der übrigen Elemente dieses Apparates hinter sich haben.

Der enge Zusammenhang zwischen den Ganglia habenulae und der Funktion der Epiphysen gestattet uns im denselben die speziellen Zentren der letzteren zu erblicken. Zu Gunsten dieser Behauptung spricht auch der Umstand, dass uns die Funktion der Ganglia habenulae bei allen Wirbeltieren mit reduzierten Epiphysen bis heute völlig unbekannt ist. Ausserdem sind gleichzeitig damit diese Zentren am höchsten bei denjenigen Wirbeltieren entwickelt, bei welchen sich beide Epiphysen annähernd in gleichem Zustande erhalten haben, und die Reduktion der G. habenulae nimmt ihren Verlauf unbhängig von der Reduktion der Epiphysen (so begegnen wir z. B bei Hatteria bei ihrem zerhältnissmässig viel höher als beim Neunauge entwickelten und augenscheinlich funktionierenden Parietalauge verhältnissmässig schwach ausgebildeten Ganglia habenulae), so dass wir bei denjenigen Wirbeltieren, wo sich von den Epiphysen nur ein unbestimmtes unpaares Gebilde, der sog. Corpus pinealis erhalten hat, berechtigt sind in den Ganglia habenulae primitive Zentren zu erblicken.

Andererseits giebt uns die Verlaufsrichtung fast sämtlicher Fasern der Epiphysen nach den Ganglia habenulae und der nur teilweise Anschluss eines unbedeutenden Faserbündels der hinteren Epiphyse an die Commissura posterior die Berechtigung einen genetischen Zusammenhang zwischen diesen beiden Zentren zu suchen. Es scheint mir durchaus wahrschheinlich, dass wir es hier mit einer Einteilung der dorsalen Plakoden in zwei Abschnitte zu tun haben; der eine, äussere kommt bei Verschluss des Neuralrohres an der Medianlinie des Neuralrohres zu stehen und bildet das Sinnesorgan— die Epiphyse, während der innere Abschnitt dem Zwischenzentrum

für dieses Sinnesorgan in Gestalt des Ganglion habenulae den Ursprung giebt. Einer solchen Einteilung der Plakoden begegnen wir z. B. in den Medianaugen der Arachnoideae, Merostomata (*Patten Laurie*).

Es ist ausserordentlich interessant, dass wir auch in den zwei vorhergehenden Segmenten eine Einteilung der Zellen der dorsalen Plakoden in zwei Abschnitte, einen solchen, der seine Beziehungen zu den motorischen Kernen seines Segmentes bewahrt und einen solchen, der in den allgemeinen cerebralen polymeren Reflex aufgenommen wird, erkennen können. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass auch diese Trennung mit der ursprünglichen Einteilung der dorsalen Plakoden in zwei Abschnitte, die im Pinealapparat auftritt, im Zusammenhang steht, nur mit dem Unterschiede, dass der eine Abschnitt hier das Sinnesorgan bildet, während der andere das letztere mit den allgemeinen cerebralen Reflexen verbindet.

Aeusserst lehrreich sind die gegenseitigen Beziehungen der Epiphysen und Ganglia habenulae und der motorischen Kerne zu einander. Leider lässt das Studium der Entwickelungsgeschichte dieser Bahnen selbst bei den höheren Wirbeltieren noch sehr viel zu wünschen übrig und wir verfügen nur über flüchtige Hinweise auf die Bildung der diese Kerne verbindenden Bahnen, sowohl der Commissura posterior, als auch des Meinertschen Bündels. Unterdessen müssen wir uns, dank der Umwandlung dieser Bahnen beim erwachsenen Tier durch die später hinzutretenden und die Primärfasern fast völlig verdrängenden Fasern anderer Zentren, hauptsächlich auf die primäre Anlage dieser Bahnen stützen.

In erster Linie muss ich näher auf den Zusammenhang eines Teiles der Fasern der funktionierenden Epiphyse mit der hinteren Commissur beim Neunauge eingehen.

Wie ich oben bereits darauf hinwies, stimmt der Anfang der Entwickelung der Commissura posterior völlig mit derjenigen der NN. trochleares überein. Wir begegnen hier derselben sich längs der äusseren Oberfläche der Gehirnwandungen an der Einschnürung zwischen zwei erweiterten Abschnitten des Neuralrohres, in diesem Falle zwischen dem Mittel-und Zwischenhirn, verbreitenden Spongiose, denselben sich aus den äusseren Abschnitten der motorischen Kerne herausdifferenzierenden Fasern, nur mit dem einzigen Unterschiede, dass im Zusammenhange mit dem Auschluss eines Teiles der

Nervenfasern dieser Kerne an den N. oculomotorius hier im Pinealsegment auch die inneren Abschnitte dieser Kerne, die im fünften Segment nicht ausgeprägt sind, erhalten bleiben. An der Dorsalseite des Neuralrohres kreuzen diese Fasern die der gegenüberliegenden Seite, wobei darauf hingewiesen werden musss, dass diese Kreuzung eine grössere Strecke einnehmen kann und die Fasern in einem gewissen Abstande von einander verlaufen können. Dieses Auseinandertreten der Fasern muss jedenfalls mit einer Längsverschiebung in Zusammenhang gebracht werden. So begegnen wir hier von neuem in den Grundzügen demselben Bilde, wie bei Entwickelung der NN. trochleares, nur mit dem Unterschiede, dass hier kein Austritt der motorischen Fasern aus dem Neuralrohr stattfindet, sondern dieselben sich statt dessen längs den gegenüberliegenden Wandungen des Mittelhirnes ausbreiten. Am Aufbau eben dieses seinem Ursprunge nach motorischen Bündels nehmen zu den motorischen Kernen der entsprechenden Seite hin verlaufend die Fasern der Commissura posterior Anteil. Die Beziehungen dieser Fasern der hinteren Epiphyse zu den motorischen Kernen ist auf diese Weise völlig mit denjenigen der Fasern des dorsalen Ganglions und der dorsalen motorischen Wurzel in den typischen Rumpfsegmenten und mit den gegenseitigen Beziehungen des unpaaren dorsalen Kernchens der NN. trochleares mit ihren motorischen Kernen in dem diesem Falle näherstehendem fünften Segment, identisch.

Ein Widerspruch besteht nur darin, dass mit der Commissura posterior ausschliesslich die Fasern der funktionierenden hinteren Epiphyse in Verbindung stehen und dass weder die vordere Epiphyse, noch die Ganglia habenulae Fasern längs dieser Commissur entsenden. Doch scheint mir diesem Umstande keine wesentliche Bedeutung zuzukommen und derselbe findet für die vordere Epiphyse seine Erklärung darin, dass dank dem Anfliegen der hinteren Epiphyse auf der vorderen diese letztere durch den Stiel der ersteren völlig von der Commissur getrennt wird. Was nun andererseits die Ganglia habenulae anbetrifft, so findet, soweit ich dies bei den Vögeln verfolgen konnte, die Anlage der Meinertschen Bündel, welche dieselben mit den motorischen Kernen verbinden, in innigstem Zussammenhange mit der Commissura posterior statt und erst später, gleichzeitig mit der bedeutenden Umdifferenzierung der Commissura posterior, worauf die beim Erwachsenen bedeutend nähere

Stellung der Kerne der letzteren zur dorsalen Seite des Gehirnes als beim Embryo und die Unbestimmtheit und Verschwommenheit ihres Strukturcharakters hinweist, erreichen diese Bündel ihre Selbständigkeit. Auf diese Weise stehen ihrer Anlage nach die hintere Commissur und das Meinertsche Bündel wiederum in denselben Beziehungen wie die dorsalen sensiblen und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven und erst später dank der Spezialisierung dieser Bündel findet die Trennung derselben von einander statt. Der Zusammenhang des Meinertschen Bündels mit den ventralen motorischen Kernen seines Segmentes bleibt auch beim erwachsenen Tier in Gestalt der Verbindung dieses Bündels mit den Kernen N. oculomotorii bestehen. Wie ich schon bereits darauf hinwies, nehmen die ventralen Abschnitte der motorischen Kerne des dritten Segmentes an der Bildung des letzteren Anteil.

Auf diese lassen die Beziehungen des Pinealapparates zu den motorischen Kernen keinen Zweifel über die Homologie dieser Gebilde mit den dorsalen sensiblen Ganglien aufkommen. Als Uebergangsstufe zwischen denselben muss das unpaare dorsale Kernchen der NN. trochleeres angesehen werden, das die erste im Ektoderm (im Neuralrohr) erhalten gebliebene dorsale Plakode rerpaesentiert. Das bei manchen Wirbeltieren mit stark reduzierten Epiphysen, die bereits augenscheinlich teilweise aus dem Neuralrohr ausfallen, zur Ausbildung gelangende Ganglion N. thalamici liefert eine äusserst wesentliche Bestätigung der Homologie dieser Bildungen. Dasselbe lässt sich auch von den Ganglienknötchen an den Nerven der Epiphysen beim Neunauge und den Reptilien sagen. Ohne selbst ein Beweis der Homologie der Epiphysen und Dorsalganglien zu sein, weisen diese Ganglienknötchen auf die Umwandlung der Zellen der Epiphysen beim Ausfall derselben aus dem Gewebe des Neuralrohres (im gegebenen Falle aus dem Abschnitt der letzten Epiphyse) in Ganglienzellen hin. Die letzteren bilden zusammen die sensiblen gangliösen Anhäufungen, welche dieselben Funktionen wie die typischen dorsalen sensiblen Ganglien erfüllen. In diesen gangliösen Anhäufungen haben wir somit den Uebergang zum Ganglion N. thalamici und durch dieses zu den typischen Rückenmarksganglien vor uns.

Ich muss nun nur noch eines für uns bei der Vergleichung des dritten Segmentes mit den beiden vorderen äusserst wichtigen Um-

standes erwähnen, und zwar der Struktur der funktionierenden Epiphyse und besonders der Beziehungen in der Retina derselben der empfindlichen Elemente und Pigmentzellen zum Lumen der Epiphyse oder mit anderen Worten zum Lumen des Neuralrohres.

Die besonders charakteristischen Züge im Bau der Epiphysen sind die folgenden: erstens die Bildung der Linse aus dem Nervengewebe des Bodens der Ausstülpung oder, wenn wir den Vergleich mit den lateralen Augenblasen ziehen, aus dem Distrikt der Ausstülpung, dem bei den letzteren die Retina ihren Ursprung verdankt. Die Abstammung der Linse vom Nervengewebe hinterlässt Spuren beim Neunauge auch im erwachsenen Zustande, soweit sich nach der Arbeit *Studnicka's* beurteilen lässt, der das Vorhandensein von empfindlichen Elementen in der Linse der Epiphyse des Neunauges, ebenso wie die Ausbildung von Pigmentzellen in der Linse bei Varranus nachweist. Zweitens die Bildung der empfindlichen Elemente im Gewebe des gegenüberliegenden Abschnittes der Ausstülpungen der Epiphysen, d. h. also gerade in dem Abschnitt, welcher in den lateralen Augen zur Ausbildung der die Stäbchenschicht der Retina einhüllenden Pigmentmembran verwandt wird. Drittens die Richtung der empfindlichen Enden dieser Elemente zum auffallenden Lichte hin, und nicht umgekehrt, wie wir dies in den lateralen Augen beobachten können. Viertens die Bildung der empfindlichen Zellen an der der inneren Höhlung der Ausstülpungen der Epiphysen zugekehrten Fläche, die völlig mit derjenigen in den lateralen Augen übereinstimmt. Fünftens die Bildung von Pigmentzellen zwischen den empfindlichen Zellen aus den letzteren homologen Nervenelementen. Diese Zellen umhüllen mit ihrem Pigment die empfindlichen Elemente ebenso, wie die ihnen homologen Elemente der lateralen Augen die Stäbchen der Retina. Siebentens die völlige Umhüllung der empfindlichen Elemente durch die Pigmentzellen, welche dieselben vor dem direkten Einflusse des Lichtes schützen. Die Bedeutung dieser Pigmentzellen ist folglich sowohl in den lateralen Augen, als auch in den Epiphysen die gleiche. Und achtens endlich kommt das Reagieren des Pigmentes dieser Zellen auf den Einfluss des Lichtes in der Verschiebung des Pigmentesin der Richtung zum auffallenden Lichte und folglich im Austreten einer möglichst vollständigen Isolierung der eigentlichen empfindlichen Elemente vor dem Licht zum Ausdruck (Nowikoff). Der Charakter

dieses Reagirens ist sowohl in den lateralen Augen als auch in den Epiphysen der gleiche und veranlasst zu der Annahme der Anteilnahme dieser Zellen an der Aufnahme der empfangenen Lichteindrücke.

Jetzt will ich mich auf die Aufzählung dieser Grundzüge im Bau der Epiphysen beschränken und verschiebe die Schlussfolgerungen, welche aus denselben in Bezug auf die Homologie der Ausstülpungen der lateralen Augen und Epiphysen gezogen werden können bis auf die Beshreibung der dorsalen Plakoden des folgenden Segmentes.

Segment der lateralen Augen.

Im zweiten Segment werden die dorsalen Plakoden, wie ich oben bereits darauf hinwies, durch die lateralen Augen repraesentiert. Von der Homologie derselben mit den letzteren überzeugen uns auch die gegenseitigen Beziehungeu zwischen ihrer Retina oder mit anderen Worten ihrer funktionierenden Nervenelementen und den motorischen Kernen des zweiten Segmentes (dem unpaaren Kern des Chiasmas der NN. optici) und hauptsächlich die Identität des Baues der lateralen Augen und der Epiphysen.

Die Grundzüge des Baues der lateralen Augen sind folgende: erstens ist der Boden der Ausstülpung, der in den Epiphysen die Linse bildet, durchsichtich und lichtdurchlässig. Der Unterschied von den entsprechenden Distrikten der Epiphysen liegt nur in der hier in den lateralen Augen stattfindenden Bildung der empfindlichen Elemente und Nervenzellen. In dieser Beziehung nähert sich die Struktur dieses Distriktes der lateralen Augen der von Studnicka angegebenen Struktur der Linse der Epiphysen des Neunauges.

Zweitens die Bildung der empfindlichen Elemente im durchsichtigen Gewebe des Bodens der Ausstülpung, d. h. also gerade in dem Distrikt, welcher sich in den Epiphysen in die Linse umwandelt.

Drittens die Richtung der empfindlichen Enden dieser Elemente nach der den auffallenden Lichtstrahlen entgegengesezten Seite, also in genau umgekehrtem Verhältniss als in den empfindlichen Elementen der Epiphysen.

Viertens die Bildung der empfindlichen Zellen an der dem Lumen

der Ausstülpung der lateralen Augen zugekehrten Fläche, was mit den in den Epiphysen beobachteten Verhältnissen übereinstimmt.

Fünftens die Bildung der Pigmentzellen aus der den empfindlichen Zellen homologen oberflächlichen Schicht des Nervengewebes, welche in der Retina den empfindlichen Zellen den Ursprung giebt.

Sechstens die Bildung der die empfindlichen Elemente umhüllenden Pigmentzellen aus dem den Stielen anliegendem Distrikt der Ausstülpungen, aus welchem sich auch in den Epiphysen die Pigmentzellen entwickeln.

Siebentens die völlige Umhüllung der empfindlichen Elemente durch die Zellen der Pigmentschicht, welche die ersteren vor dem auffallenden Licht schützen.

Vergleichen wir diese Züge in der Struktur der lateralen Augen mit derjenigen der Epiphysen, so kommen wir zur Ueberzeugung, dass der Unterschied sich ausschliesslich auf die zwei folgenden Punkte beschränkt. Erstens findet in den Epiphysen die Verglasung und Verdickung des Gewebes des Bodens der Ausstülpung ausschliesslich im Zussammenhange mit der Bildung der lichtbrechenden Linse statt, während in den lateralen Augen dieses Gewebe bei seiner Verdickung und seinem Durchsichtigwerden die Fähigkeit der Lichtempfindung gewinnt. Zweitens giebt das den Stiel umhüllende Gewebe der Epiphysen nicht nur den Pigmentzellen, sondern auch empfindlichen Elementen, die bei den lateralen Augen in diesem Distrikt völlig fehlen, den Ursprung [1]).

Beide diese Eigentümlichkeiten sind nicht von wesentlicher Bedeutung, da sich einerseits das Gewebe in der Linse der Epiphyse aus dem Nervengewebe dank generativen Prozessen entwickelt und als Ausgangspunkt ein der Retina der lateralen Augen völlig homologes Gewebe hat, worauf unter anderem auch die Ausbildung von Pigmentzellen in der Linse der Epiphyse von Varranus (*Spencer*) und das Auftreten von Nervenelementen in der Linse des Neunauges (*Studnicka*) hinweist. Andrerseits entwickeln sich, wie ich oben bereits darauf hinwies, die empfindlichen Elemente der Retina der Epiphysen aus den Pigmentzellen homologen Elementen und stellen nur eine Umdifferenzierung der letzteren vor, welche nur in

[1]) Nach Beobachtungen von Nowikoff existiert die letzte Verschiedenheit nicht.

beschränktem Maasse mit Pigment, dem sog. Sehpurpur, versehen ist.

Nach Abzug dieser Ausnahme ist der Bauplan beider Organe durchaus der gleiche. In allgemeinen Zügen können wir denselben folgendermassen entwerfen: paarige Ausstülpungen des Neuralrohres, deren innere, dem Lumen des Neuralrohres zugekehrte Oberfläche den pigmentierten empfindlichen Elementen den Ursprung giebt. Die letzteren Elemente differenzieren sich in zwei Kathegorien: in stark pigmentierte, die eigentlichen Pigmentzellen, und in schwach pigmentierte empfindliche Zellen. Bezeichnend für das Pigment sowohl der einen, als auch der anderen Zellen ist seine Reaktionsfähigkeit der Wirkung der Lichtstrahlen gegenüber.

Die von mir angenommene Nomenklatur scheint mir besser den Anforderungen zu entsprechen, denn dieselbe giebt uns die Möglichkeit die tätigen Pigmentzellen des Auges ektodermalen Ursprunges von den rein passiven Pigmentzellen der Chorroidea mesodermalen Ursprunges zu unterscheiden. Zweitens scheint es mir geboten die Benennungen dieser Zellen mit ihrer Bedeutung in der Funktion des Auges in Einklang zu bringen. Erstens reagiert das Pigment dieser Zellen auf die Lichtstrahlen indem es den Fortsätzen dieser die Stäbchen und Kolben der Retina umhüllenden Zellen zustrebt. Diese Bewegung des Pigments in der Richtung zu den fallenden Lichtstrahlen hin führt zu einer vollkommeneren Isolierung der Stäbchen der Retina vor dem direkten Einfluss der Lichtstrahlen. Zweitens kann das zerstörte Pigment der Stäbchen der Retina der Sehpurpur nur unter dem Einfluss des Pigmentes der eigentlichen Pigmentzellen regenerieren. Von dieser Regeneration steht aber die ganze Funktionsfähigkeit des Auges in Abhängigkeit. Endlich muss noch die ausserordentliche Unbeständigkeit des Pigmentes der Stäbchen der Retina, des Sehpurpurs, der bereits durch die Einwirkung schwacher Lichtstrahlen zerstört wird, was zu der allgemeinen Fähigkeit des Auges bei der Empfindung von Lichteindrücken im Widerspruch steht und die Einmischung von Zwischenelementen veranlässt, in Betracht gezogen werden. All' diese Verhältnisse erlauben uns die Pigmentzellen als aktive Elemente des Auges, die als erste Instanz bei der Empfindung der Lichtstrahlem tätig sind und letzteren fixieren und im bereits veränderten Zustande den Kolben und Stäbchen der Retina weitergeben, anzusehen.

Im weiteren fassen die empfindlichen Elemente beider Kathegorien in den Ausstülpungen der Epiphysen und lateralen Augen in verschiedenen Distrikten Stellung. In den Epiphysen nehmen beide in der Nachbarschaft der Stiele und nur in Ausnahmefällen im Gewebe des Bodens der Ausstülpung, wie z. B. in der Linse des Neunauges (Studnicka) und der Linse von Varranus (Spencer) in Gestalt stärker oder geringer pigmentierter Zellen Stellung.

In den lateralen Augen konzentrieren sich die stark pigmentierten empfindlichen Elemente am Stiel, die schwach pigmentierten in dem ersteren aufgelagerten Gewebe des Bodens der Ausstülpung.

Auf diese Weise liegt der Unterschied ausschliesslich in der topographischen Verteilung dieser Elemente, die sich völlig durch die Bildung Linse in den lateralen Augen aus den accessorischen Sinnesorganen erklären lässt, während sich dieselbe in den Epiphysen dank dem Fehlen der letzteren aus dem Gewebe des Bodens der Ausstülpung entwickelt. Auf diesem Unterschiede in der Entstehung der lichtbrechenden Linse beruht eben hauptsächlich die Verschiedenheit im Bau dieser beiden Sehorgane.

Die gegenseitigen Beziehungen der Retina und der motorischen Kerne oder besser gesagt des von ihnen gebildeten bestätigen die Homologie dieser Organe. Wie ich oben bereits darauf hinwies, begegnen wir hier anfangs an Stelle des künftigen Chiasma einem motorischen Kern, dessen Zellenfasern sich die Augenstiele entlang den sensiblen Fasern der Retina entgegen hinziehen. Die Fasern der letzteren wachsen allmählich bis zum motorischen Kern vor und durchwachsen ihn bei ihrer weiteren Entwickelung, wodurch der Kern in unregelmässige bald völlig reduzierte Zellgruppen eingeteilt wird. In allgemeinen Zügen ist dieser Prozess durchaus mit dem im dorsalen Kernchen des Trochlearis stattfindenden Vorgang identisch. Der Unterschied beschränkt sich ausschliesslich darauf, dass hier der unpaare motorische Kern, dort der sensible reduziert wird. Im übrigen verlaufen sämtliche Entwickelungsphasen durchaus übereinstimmend und nur ein gewisses unmerisches Uebergewicht der Zellen macht sich im unpaaren Kern des zweiten Segmentes bemerkbar. Dieser Umstand findet seine Erklärung in dem hier fehlenden Ausfall der Zellen, der im Kerne des Trochlearis unter dem Einflusse des Verschlusses des Neuralrohres und der Bildung der Ganglienleisten stattfindet.

Auf diese Weise lässt sich hier das äusserst interessante Bild der Umwandlung der primären motorischen Zentren in den unpaaren, median gelegenen Kern und der Bildung an Stelle des letzteren bei der weiteren Reduktion desselben des Chiasma der NN. optici oder mit anderen Worten einer Commissur, die späterhin durch eine ganze Reihe von hier passierender Commissuren verschiedener Bahnen, so von der Commissura transversa Halleri, postoptica, ergänzt wird, beobachten. Die oben geschilderten Phasen lassen sich in ihrer strengen Aufeinanderfolge beim Huhn verfolgen.

Olfactorius-Segment.

Im ersten Segment werden die dorsalen Plakoden durch die Lobi olfactorii repraesentiert. Von der Homologie dieser letzteren mit den dorsalen Plakoden kann uns der Vergleich derselben mit den Ausstülpungen der lateralen Augen, ebenso wie eine Reihe von vergleichend-anatomischen Daten überzeugen.

Dem interessantesten Bau der Lobi olfactorii begegnen wir bei den *Notidanidae*, wo dieselben einen die Riechgruben umgehenden Becher bilden. Die Struktur dieser Becher stimmt durchaus mit dem Bau der lateralen Augen überein. Wir begegnen hier derselben Bildung von Ausstülpungen des Neuralrohres, derselben Umwandelung der Stiele dieser Ausstülpungen in Nerventrakte, derselben Konzentrierung der Nervenelemente im verdickten Gewebe des Bodens dieser Ausstülpungen, welches sich nach innen einstülpt, sich der Gestalt der Riechgruben innig anschmiegend. Der einzige Unterschied besteht im Fehlen der empfindenden Zellen im Zusammenhange mit dem Verlust der Fähigkeit direkt die Reize des äusseren Mediums zu empfinden. Infolgedessen haben wir es also bei den *Notidanidae* in den Lobi olfactorii gewissermassen mit lateralen Augen, die sich zu vermittelnden Zentren für die speziellen accessorischen Sinnesorgane ihres Segmentes umgebildet haben, zu tun.

Bei den übrigen Selachiern ist der letztere Zug stärker ausgeprägt und bei den Rochen treffen wir z. B. die Lobi olfactorii in Gestalt von innig mit den Riechgruben verwachsenen länglichen gangliösen Gebilden an. Hier sind wir beim erwachsenen Tier bereits nicht mehr imstande die charakteristische ursprüngliche Gestalt der Lobi

olfactorii zu erkennen, und bei manchen Rochen, wie z. B. bei *Raja* werden die Lobi olfactorii nur noch durch schwache, innig mit den Riechsäcken verwachsenen Anschwellungen der Tracti olfactorii repraesentiert. Nur das Vorhandensein von Ganglienzellen gestattet es uns hier von Lobi olfactorii zu sprechen, die hier jedoch richtiger Ganglia olfactoria zu bezeichnen wären, da sie ihren Charakter als Lobi des Gehirnes völlig eingebüsst und eine charakteristische, sämmtlichen von uns als Ganglien unterschiedenen gangliösen Zellkonglomeraten eigene Gestalt angenommen haben.

Diese Umbildung der ursprünglich nach dem Typus der lateralen Augen gebauten Lobi des Gehirnes in vermittelnde Ganglien, die wir bei *Raja* beobachten, ist für uns von um so grösserem Interesse, als sie die Umbildung homologer Plakoden im Rumpfe in Zwischenganglien bestätigt. In der Tat haben wir hier gewissermassen die ganze Kontinuität dieses Prozesses der Bildung aus der dorsalen, ihre Struktur als Sinnesorgan noch bewahrenden, Plakode eines Zwischenganglions, d. h. den Uebergang zur Schaffung zwischen dem Gehirn und den speziellen Sinnesorganen derselben Wechselbeziehungen, wie die, welche wir oben bei der Betrachtung des Gehörorganes erörterten, vor uns. Ebenso wie dort, so haben wir es auch hier schon nicht mehr mit einem als vermittelndes Zentrum funktionierenden Lobus des Gehirnes, sondern vielmehr mit einer aus dem Neuralrohr verdrängten, ein als sensibles Zwischenzentrum funktionierendes Ganglion bildenden Plakode zu tun. Der Unterschied beruht nur darauf, dass das Ausfallen der Plakode im Gehörsegment während früherer embryonaler Entwickelungsstadien stattfindet, während welcher wir dieselben zu unterscheiden nicht imstande sind, wodurch gewissermassen eine sekundäre Vereinigung der Zellen derselben zur Bildung der Gehörganglien zustande kommt. Im Olfactoriussegment findet die Verdrängung der Plakode dagegen äusserst spät statt, so dass wir gewissermassen eine Umbildung der Plakode (eines Lobus des Gehirnes) in ein gesondertes Ganglion vor uns sehen.

Die Umbildung der Ausstülpungen der Lobi olfactorii in Ganglien findet nur äusserst selten statt und im gegebenen Falle muss man dieselbe dem Umstande zuschreiben, dass die Plakoden hier ihre ursprünglichen Charaktere als Sinnesorgane bewahrt haben, was im Bau dieser Lobi bei dieser Tierclasse, sowohl bei den *Notidanidae*

als auch bei den *Rajidae* zum Ausdruck gelangt. Sobald die Plakoden diesen primären Zug einbüssen, verlieren sie auch die Fähigkeit der Bildung vom Neuralrohr unabhängiger Ganglien und bewahren die Fähigkeit der Umwandlung in sekundäre Gehirnzentren. Im Zusammenhang damit findet eine allmähliche Rückbildung der Dimensionen der Ausstülpungen dieser Plakoden, die immer mehr und mehr ihren primären Charakter als Sinnesorgane einbüssen, statt.

Die Umwandlung der Plakoden der Lobi olfactorii in die sekundären Zwischenzentren des Gehirnes macht sich bereits bei den Haien geltend. So sind die Lobi olfactorii bei den höheren Haien, z. B. den *Scyllidae* im Vergleich zu den *Notidanidae* schon stark reduziert und werden durch verhältnissmässig sehr dicke, kurze Ausstülpungen des Gehirnes, in denen sich schon keine Spur einer Anlage irgend eines Sinnesorganes entdecken lässt, repraesentiert.

Bei *Carcharias* endlich senken sich die Lobi olfactorii völlig ins Gehirn ein.

In anderen Tierclassen stossen wir auf dieselben Erscheinungen. Bei manchen Arten begegnen wir verhältnissmässig stark gestreckten Lobi olfactorii, die vom Gehirn unabhängige, mit dem letzteren nur durch den Tractus olfactorius in Verbindung stehende gangliöse Anhäufungen bilden. Bei anderen treffen wir dieselben Lobi olfactorii bereits in Gestalt bedeutenderen oder geringerer, vom Nervengewebe des Gehirnes nur durch den rein fibrösen Tractus getrennter Ausstülpungen des Gehirnes an.

Bei den dritten endlich findet eine völlige Einsenkung der Lobi olfactorii in das Gehirn statt und jegliche Spur der Bildung irgend hervortretender Lobi des Gehirnes ist verschwundem.

So begegnen wir z. B. bei den Reptilien bei Hatteria stark gestreckten, an den Riechgruben gangliöse Massen bildenden Lobi olfactorii. Diese gangliösen Massen sind bei Hatteria, ebenso wie bei den Notidanidae vom Gehirn völlig unabhängig und stehen mit demselben nur durch den Tractus olfactorius oder, nach der üblichen Bezeichnung, Nervus olfactorius, eine wie wir weiter unten sehen werden unrichtige Benennung, in Verbindung. Die Trennung dieser gangliösen Massen der Lobi olfactorii ist bei Hatteria eine ebenso völlige, wie die der Augenbecher und zeigt denselben Entwickelungsgang. Der Charakter der Lobi des Gehirnes ist in ihnen ebenso stark ausgeprägt wie in den Augenbechern.

Ebenfalls bei den Reptilien, d. h. bei den *Crocodilia* macht sich eine gewisse Verkürzung der Lobi olfactorii, die jedoch im grossen ganzen denselben Charakter wie Hatteria aufweisen, bemerkbar. Von bedeutendem Interesse ist hier der Umstand, dass im Zusammenhange mit einer gewissen Entfernheit von den Riechgruben die Ganglienmassen der Lobi olfactorii ihre bezeichnende Gestalt einbüssen und in jeglicher Beziehung den Charakter von gewöhnlichen Ganglien annehmen.

Bei den *Lacertilia* und *Chelonia* findet eine weitere Verkürzung der Lobi olfactorii statt und bei den Vögeln endlich bleiben dieselben nur noch in Gestalt schwacher Verdickungen an der Basis der NN. olfactorii erhalten.

Eine ebensolche Stufenreihe im Entwickelungsgrade der Lobi olfactorii finden wir auch bei anderen Wirbeltierclassen wieder. So begegnen wir z. B. unter den Teleostiern bei den *Gadidae* lang gestreckten Lobi nach dem Typus der *Notidanidae* und *Hatteria*; bei den meisten Familien stimmen die Lobi olfactorii mit denen der Vögel überein, und bei den *Tetrodontidae* endlich fehlt jegliche Andeutung der Lobi olfactorii.

Auf diese Weise lässt sich in den meisten Wirbeltierclassen mehr oder weniger völlständige Reihen von Schwankungen im Bau der Lobi olfactorii erkennen. Zudem sind wir vollständig der Möglichkeit beraubt hier irgend eine phylogenetische Reihe der Veränderungen unter den verschiedenen Wirbeltieren nachzuweisen, da die Schwankungen im Bau der Lobi olfactorii in sämtlichen Classen auf das zufälligste verstreut sind. Begegnen wir dem sich seinem Bau nach dem Auge nähernden Strukturtypus der Lobi olfactorii bei so niedrig organisierten Formen, wie die *Notidanidae*, *Holocephala* und *Hatteria*, so finden wir denselben andererseits bei den höchsten Vertretern ihrer Gruppen, wie *Raja* und die *Gadidae*, wieder. Kommen die in das Gehirn eingesenkten Lobi olfactorii bei den höchsten Vertretern der Gruppen, wie bei den Vögeln und *Carcharias* vor, so treffen wir sie doch auch im selben Zustande bei den *Tetrodontidae* und *Ganoidei* an.

Das völlige Fehlen irgend welcher Anzeichen der Fixierung irgend bestimmter Uebergänge im Entwickelungsgrade der Lobi olfactorii bei den eine verschieden hohe Stellung ihrer allgemeinen Organisation nach einnehmenden Wirbeltierclassen, gestattet uns die

Annahme, dass bei sämtlichen Classen oder wenigstens bei denen, die einen bedeutenderen Formenreichtum aufweisen, alle vier Typen der Lobi olfactorii zur Ausbildung gelangen können. Dies berechtigt uns zu der Annahme, dass die Plakoden der Lobi olfactorii bei sämtlichen Classen die Fähigkeit bewahren nicht nur Zwischenzentren des Gehirnes, sondern auch Sinnesorgane und die dieselben ersetzenden Ganglien auszubilden.

Ob die Plakoden der Lobi olfactorii bei irgend Wirbeltiergruppen als Sinnesorgane funktionieren lässt sich schwer sagen, da wir über keinerlei bestimmte diesbezügliche Daten verfügen, ja verfügen können. Doch berechtigen uns solche Tatsachen, wie die von Claude Bernard und Testut beobachteten Fälle des Vorhandenseins des Geruchssinnes bei Menschen mit angeborenem Fehlen der die Riechgruben mit den Lobi olfactorii verbindenden Filamenta olfactoria die tatsächliche Fähigkeit der Lobi olfactorii als Sinnesorgane zu funktionieren anzuerkennen. Und wenn wir die Tätigkeit der Lobi olfactorii als Sinnesorgane in dem schwach entwickelten Zustande, wie sie beim Menschen auftreten, erkennen können, so haben wir umsomehr Ursache die Bewahrung dieser Fähigkeit bei Tieren mit, wie bei den Notidanidae, stark entwickelten Lobi olfactorii, die sich in jeglicher Beziehung den in den lateralen Augen beobachteten Verhältnissen nähern. Und es scheint mir, dass wir mit völliger Berechtigung die Struktur der Lobi olfactorii der Notidanidae und von Hatteria mit der Bildung funktionierender Sinnesorgane durch diese dorsalen Plakoden in Zusammenhang zu bringen. Die innige Verwachsung der Lobi olfactorii mit den Riechsäcken scheint mir diese Ansicht durchaus zu bestätigen. Als äusserst wichtigen Hinweis auf den spezifischen Ursprung der Lobi olfactorii muss auch die höchst charakteristische Bildung, die Glomeruli, die Perzeptionsstelle der von den Filamenta olfactoria übermittelten Reize, angeführt werden. Die charakteristische Ausbildung in so scharf ausgeprägter spezifischer Form der Perzeptionsstelle der Reize lässt sie scharf von den übrigen Nervenzentren des Gehirnes unterscheiden, die die Empfindungszentren anderer sensibler Nerven darstellen. Mir scheint, dass wir es hier von neuem mit einem Hinweis auf die Umbildung in ein Zwischenzentrum eines Sinnesorganes zu tun haben, welches die Entstehung spezieller empfindender Gebilde veranlasst hat.

Accessorische Plakoden.

In den ersten zwei Segmenten begegnen wir, wie ich oben bereits erwähnte, accessorischen speziellen Sinnesorganen, der Linse und den Riechgruben.

Von der Abstammung der Linse von einem primären Sinnesorgan überzeugt uns vor allem die Entwickelungsgeschichte desselben, die weit von all' dem, was sich bei der Entwickelung der Linse sämtlicher übrigen Sehorgane beobachten lässt, abweicht. Sowohl bei der Bildung der Linse in den Augen der Wirbellosen, als auch in den Parietalaugen der Wirbeltiere begegnen wir stets der Entstehung derselben aus einer einfachen Ektodermverdickung oder, wie z. B. in den Parietalaugen, aus der Verdickung eines Teiles der Wandungen des Sehorganes, was ja beim ektodermalen Ursprung der Sehorgane auf dasselbe hinausläuft..

In den lateralen Augen der Wirbeltiere sehen wir dagegen bei der Entstehung der Linse die vorläufige Bildung einer allmählich sich vertiefenden Ektodermeinsenkung. Dabei kommt es nach der Ablösung dieser Vertiefung vom Ektoderm zur Bildung eines äusserst charakteristischen Bläschens, welches seiner Struktur nach an die Augen der Wirbellosen bei ihrer Entwickelung gemahnt.

Ebenso wie bei der Bildung der letzteren so findet auch hier eine bedeutende Verdickung der inneren Wandung des Bläschens und eine Verdünnung der äussern, die nur eine feine die erstere überdeckende Hülle bildet statt. Bezeichend ist auch die Entstehung der Verdickung der inneren Blasenwand durch Streckung der Zellen dieser Seite. All' diese Charaktere bringen die Struktur der Linsenanlage dem Auge der höheren Wirbellosen, so dem der *Cephalopoda* und *Arthropoda*, näher.

Manche ausserordentlich konstant die Entwickelung der Augenbecher begleitende Erscheinungen breiten, im Verein mit dem im Fischauge anzutreffenden accessorischen Bildungen, höchst wichtige indirekte Hinweise auf die Abstammung der Linse von einem accessorischen als Sehorgan funktionierenden Sinnesorgan.

Bei der Bildung der Augenbecher lässt sich an dem einen Rande derselben eine Einkerbung erkennen. Den Gipfel dieser Kerbe bildet, wie ich schon zu erwähnen Gelegenheit hatte, der Au-

genstiel, der sich allmählich in den Sehnerv umbildet. Im Laufe der weiteren Entwickelung strecken sich allmählich die Ränder dieser Kerbe, während ein Teil der Wandungen des Bechers zwischen dem Sehnerv und dem Gipfel der Einkerbung nicht weiter wächst, so dass es an Stelle der unbedeutenden Einkerbung des Augenbechers zur Bildung einer langen Spalte, die sich vom Sehnerv bis zum Rande des Augenbechers hinzieht, kommt. Diese Spalte führt meist den Namen Chorioideaspalte. Irgend äussere Ursachen liegen für die Bildung dieser Spalte bei den meisten Wirbeltieren nicht vor und die Existenz derselben kann nur als eine Reminiszenz an den phylogenetischen Prozess aufgefasst werden.

Einiges Licht auf diesen phylogenetischen Prozess wirft die Bildung im Fischauge des *Processus falciformis* und der *Campanula Halleri,* deren Muskeln und Nerven durch diese Spalte in das Lumen des Auges in unmittelbarer Nähe des Sehnervs eintreten. In dem hier früher bei sämtlichen Wirbeltieren vorhanden gewesenen Durchtritt eines Muskel und Nervenbündels zur Linse müssen wir eben in der Ontogenie des Auges die Existenzursache der Choriodealspalte, die sich zudem noch auschliesslich durch Verwachsen ihrer Seiten schliesst, suchen.

Andererseits berechtigen uns die Beziehungen des *Processus falciformis* zur Linse und besonders die Umbildung seines distalen Endes in eine pigmentierte, mit der Linse verwachsende Verbreiterung durchaus zu der Annahme, dass wir in demselben das Rudiment der Bewegungsmuskeln der Linse vor uns haben; und dies um somehr, als bei den Teleostiern, bei denen diese Gebilde ihre höchste Ausbildung erreichen, dieselben die Ackomomodation der Linse durch Verschiebung derselben gegen die Retina besorgen. Auf diese Weise haben wir es hier noch mit Resten der Anpassung der Linse zum möglichst vorteilhaften Auffangen der Lichtstrahlen durch Veränderung seiner Stellung zu tun. In dieser, bei den meisten Wirbeltieren bereits spurlos verschwundenen Eigentümlichkeit müssen wir aller Wahrscheinlichkeit nach die Reste des ursprünglichen Charakters der Anpassung der Linse als Sehorgan zur Aufnahme der Lichtstrahlen in der möglichst vorteilhaftesten Stellung, erblicken.

Das Auftreten der Chorioidealspalte im Laufe des Entwickelungsprozesses der Augenbecher bei sämtlichen Wirbeltieren berechtigt

uns zu einer Verallgemeinerung unserer die Linse des Fischauges betreffenden Schlüsse und zu der Annahme, dass bei allen Wirbeltieren Homologa des Processus falciformis, welche Muskeln zur Linse entsandten, die seine Bewegungsfähigkeit bedingten, zur Anlage kamen. Und folglich haben wir, wie mir scheint, die Möglichkeit die Bewegungsfähigkeit als typische Eigenschaft der primitiven Wirbeltierlinse anzuerkennen. Mit anderen Worten entwickelte sich die Linse sämtlicher Wirbeltiere aus einem beweglichen, von den Augenausstülpungen des Neuralrohres unabhängigen Sinnesorgan. Auf Grund der Entwickelung der Organe aus den Ausstülpungen des Neuralrohres können wir wie mir scheint das Vorhandensein hier eines primären, nach dem Typus des Auges der Wirbellosen gebanten Sinnesorganes annehmen.

Die Wechselbeziehungen zwischen den Lobi olfactorii und den accessorischen Sinnesorganen, den Riechgruben, im ersten Segment liefern eine Reihe höchst wichtiger die obigen Erwägungen ergänzender Hinweise.

In der Tat haben wir es hier mit einer ebensolchen Kombination der dorsalen Plakode, welche die Ausstulpung des Neuralrohres veranlasst, und des accessorischen Sinnesorganes zu tun. Der Unterschied besteht ausschliesslich darin, dass die dorsale Plakode hier allmählich reduziert wird und an ihre Stelle die eine immer intensivere Ausbildung erreichenden accessorischen Sinnesorgane treten. Diese letzteren verdrängen nach und nach die dorsalen Plakoden immer mehr und setzen sie bis zum Grade von Zwischenzentren herab. Doch verfügen wir über eine grosse Anzahl von Hinweisen auf die primäre Funktion dieses Apparates als kompliziertes, den Augen völlig homologes Sinnesorgan.

In erster Linie begegnen wir bei den Vögeln im Laufe der ontogenetischen Entwickelung einer sekundären Ubertragung der Endigungen der NN. olfactorii auf die Lobi olfactorii. Bei ihrer Anlage endigen die Riechnerven bei den Vögeln in der Nähe der Medianlinie ohne jegliche Beziehung zu den Lobi olfactorii, wie wir dies auf dem Schema № 2 Taf. VIII, a rechte Seite der Zeichnung sehen. Die Stellung dieses Nervs und sein Zusammenhang mit dem Ganglion lässt denselben als Homologon des N. terminalis der Haie erkennen. Der Unterschied von dem letzteren, ebenso wie augenscheinlich auch von dem Nervus vom Pincus bei Protopterus, dem N. praeopticus

Sewertzeff's bei Ceratodus und dem von Allis bei Amia entdeckten Nerv besteht ausschliesslich darin, dass dieser Nerv bei den Vögeln sich in den Riechnerv umbildet und sein Ganglion einbüsst, während bei den letztgenannten Formen zum Teil dank der starken Ausbildung der Lobi olfactorii, wie wir dies bei den Selachiern sehen, zum Teil dank der bedeutenden Verschiebung derselben nach oben, wie dies z. B bei den Dipnoi der Fall ist, der funktionierende Riechnerv (Filamenta olfactoria) in Gestalt eines unabhängig von dem Stamm des primären Riechnervs verlaufenden, mit einem epibranchialen Ganglion, dem Produkt der aus der Richplakode ausgestossenen Zellen, versehenen Bündels aufrtitt. Infolgedessen macht sich bei den Vögeln, bei denen die Lobi olfactorii beinahe gar nicht zur Ausbildung gelangen, keine doppelte Entwickelung dieser Nerven und keine selbständige Ausbildung der Filamenta olfactoria und des N. terminalis bemerkbar. Die ersteren bewahren ihren ursprünglichen Zustand in Form von Fasern des primären Riechnervs (N. terminalis). Bei den den allgemeinen Entwickelungsbedindungen nach demselben Typus wie die Vögel angehörenden Tierformen, bei denen jedoch die Lobi olfactorii bereits während früher Entwickelungsstadien eine hohe Ausbildung erlangen, wie z. B. bei *Acanthias*, nach der Untersuchungen *Locy's* zu urteilen, begegnen wir dagegen einer unabhängigen Bildung sowohl des primären Riechnervs (*N. terminalis*), als auch des N. olfactorius (*Filamenta olfactoria*). Die starke Ausbildung der letzteren entzog hier dem primären Nerv den grössten Teil der Fasern der Riechgrubenzellen und führte, dank dem nicht Zusammenfall der kürzesten Linien zur Bildung zweier Nerven. Denselben Verhältnissen begegnen wir auch bei den Dipnoi, wo die Spaltung sowohl durch die starke Ausbildung der Lobi olfactorii, als auch besonders durch ihre bedeutende Verschiebung nach oben dank der Ausbildung der Lobi postolfactorii veranlasst wird. Doch in all' diesen Fällen behalten wir eine konstante Erscheinung, nämlich die Beziehungen dieses Nervs zu der commissura anterior, in deren Nähe er stets in das Gehirn eintritt, und das Vorhandensein an demselben eines Ganglions, dessen Entstehung auf Kosten der Zellen der Riechgruben wie mir scheint keinen Zweifel zulässt.

Wir haben auf diese Weise allen Grund den N. terminalis als primäre Innervierungslinie des Geruchsapparates, welche späterhin

durch eine von den Lobi olfactorii und den dieselben innervierenden Filamenta olfactoria gebildete Verbindungskette ersetzt wird. Bei Tierformen mit gut ausgebildeten Lobi olfactorii, die sich jedoch schon völlig in Zwischenzentren umgewandelt baben (*Mammalia*, *Reptilia*) begegnen wir augenscheinlich nur noch der letzteren, während bei solchen mit unentwickelten Lobi olfactorii, die weit von den Riechgruben entfernt sind (*Aves*, *Teleostei*, *Acipenseridae*) der primäre Nerv vorwiegt, der sich in den funktionierenden Riechnerv umwandelt, worauf die Entwickelung des Riechnervs bei denselben stets in Form eines massiven, mit einem Ganglion versehenen Stammes hinweist, was bei den vorhergehenden Formen niemals der Fall ist (vereinzelte Filamenta olfactoria). Bei den Formen endlich, die auf der Stufe stehen, wo die Lobi olfactorii noch zum Teil ihre Funktion als Sinnesorgan bewahrt haben, wie z. B. bei den Selachiern, stossen wir auf die gleichzeitige Existenz beider Nerven entweder während des Embryonallebens, wie bei den Dipnoi, oder das ganze Leben hindurch, wie bei den Selachiern. Auch die Abhängigkeit der Schärfe des Geruchssinnes von der Entfernung der Riechgruben von den Lobi olfactorii muss damit in Zusammenhang gebracht werden. Besonders deutlich tritt dies bei den Mammalia zutage, wo alle mit einem besonders feinen Geruchssinn ausgestatteten Formen auch durch die starke Ausbildung der Lobi olfactorii hervortreten. Derselben Erscheinung begegnen wir auch bei den Vögeln, wo die Riechplakoden (lobi olfactorii tief in das Gehirn eingesenkt sind und von den sehr stark ausgebildeten Riechgruben durch die langen Riechnerven getrennt werden; im Zusammenhange damit ist ihr Geruchssinn nur sehr schwach ausgeprägt. Viertens endlich weisen Claude Bernard und Testut auf solche Fälle hin, wo bei Menschen mit angeborenem Fehlen der die Riechgruben mit den Lobi olfactorii verbindenden Filamenta olfactoria der Geruchssinn trotzdem vorhanden war. In diesen Fällen haben wir gewissermassen eine Antithese der Vögel vor uns, mit dem Fehlen von Riechgruben als selbständige Sinnesorgane und mit einer verhaltnissmässig hohen Ausbildung der Lobi olfactorii; die Folge davon ist die Erhaltung des Geruchssinnes. Bei den Vögeln führt, wie wir eben gesehen haben, die Erhaltung, ja sogar im Verhältniss zu den Säugetieren höhere Ausbildung der Riechgruben und fast völlige Einsenkung der Lobi olfactorii ins Gehirn nahezu zum völligen Verlust des

Geruchssinnes, und in manchen Fällen, wie wir dies z. B. bei Sula mit ihren beim erwachsenen Tier verwachsenden Rinne sehen, zum völligen Verlust desselben. Aus diesen letzteren Zusammenstellungen können wir mit besonderer Deutlichkeit die für die Funktion des Geruchsapparates als Sinnesorgan wichtige Bedeutung des Erhaltungsgrades seitens der dorsalen Plakode ihrer primären Charaktere als Sinnesorgan ersehen.

All' diese Erscheinungen führen uns zur Ueberzeugung, dass die Wechselbeziehungen zwischen den Lobi olfactorii und den Riechgruben völlig mit denen zwischen Linse und Retina übereinstimmen und dass der Unterschied zwischen denselben ausschliesslich darauf beruht, dass in den Augen die Assimilation des accessorischen Sinnesorganes bereits viel weiter vorgeschritten ist und zur endgültigen Bildung eines neuen komplizierten Sinnesorganes aus den primären Empfindungszellen der dorsalen Plakode geführt hat. Im Geruchsorgan bewahrt das accessorische Sinnesorgan, die Riechgrube seine ursprüngliche Bedeutung als Sinnesorgan, doch steht seine Fähigkeit solcher, wie die Struktur des Geruchsapparates der Vögel zeigt, in Abhängigkeit von der Bildung eines neuen komplizierten nach dem Typus der lateralen Augen gebauten Sinnesorganes. Ohne Zustandekommen inniger Beziehungen zwischen dem accessorischen Sinnesorgan und der dorsalen Plakode kommt es nicht zur Bildung eines Geruchsorganes und die ganze Fähigkeit beschränkt sich allein auf das accessorische Element dieses komplizierten Sinnesorganes, nämlich auf die Riechgrube. Die Funktionen dieser letzteren sind für uns noch im Dunkel gehüllt, denn ihre bedeutende Entwickelung bei den Vögeln bei beinahe ganz fehlendem Geruchssinne berechtigen uns ihre ursprüngliche Bedeutung als primitive Geruchsorgane anzuzweifeln. Wahrscheinlich besitzen wir in ihnen den epibranchialen Plakoden homologe Organe, welche auf chemische Veränderungen im umgebenden Medium, ohne direkte Beziehung zur Empfindung des eigentlichen Geruches der umliegenden Gegenstände, reagierten. Zu Gunsten dieses spricht die Erhaltung eines schwachen Geruchssinnes bei den Vögeln, bei denen nur ein ganz geringer Teil dieser Reize sich in Geruchsempfindungen in den kaum ausgebildeten Lobi olfactorii, die von diesen Plakoden innerviert werden, umwandelt.

Natürlich lassen sich in Bezug auf die primären Funktionen der

Riechgrube nur mehr oder weniger wahrscheinliche Voraussetzungen aussprechen, zur wirklichen Erkentniss derselben wird uns aber vielleicht das Studium der Funktionen des N. terminalis führen, wenn sich dies als möglich erweist.

Gleichzeitig mit der besseren Erhaltung des accessorischen Sinnesorganes beschränkt sich die Anteilnahme der dorsalen Plakoden an der Bildung des komplizierten Sinnesorganes bei den meisten Wirbeltieren auf die Bildung eines dem accessorischen Sinnesorgan mehr oder weniger dicht genäherten sensiblen Ganglions, welches von den Empfindungszellen des letzteren innerviert wird. Dieses Ganglion dient, ebenso wie die Retina im Auge zur Umwandlung der im gegebenen Falle der von den Empfindungszellen der Riechgrube ausgehenden Reize in die spezielle Geruchsempfindung.

Auf diese Weise ergiebt sich für die Augen und den Geruchsapparat folgende Reihe von Umwandlungen: erstens das Vorhandensein in enger Nachbarschaft zweier Sinnesorgane: das eine wird von der vom Neuralrohr eingeschlossenen dorsalen Plakode, das andere von dem accessorischen Sinnesorgan gebildet. Beide diese Sinnesorgane innervieren in diesem Stadium die motorischen Kerne ihres Segmentes. Zweitens die Vereinigung dieser Sinnesorgane, wobei die Innervierung der motorischen Kerne seitens des accessorischen Organs aufgehoben wird und allmählich auf die dorsale Plakode übergeht. Dabei passt sich das von der dorsalen Plakode gebildete Sinnesorgan dem accessorischen Organ an und bildet einen Becher um dasselbe. In diesem Stadium existiert wahrscheinlich noch die Fähigkeit der direkten Empfindung der Reize bei beiden Sinnesorganen. Drittens der Verlust dieser Fähigkeit in einem der Sinnesorgane. Im Auge geht dieselbe im accessorischen sich in die Linse umbildenden Organ verloren, im Geruchsapparat in dem von der dorsalen Plakode gebildeten sich allmählich in das Zentrum, wo die vom accessorischen Organ übermittelten Eindrücke fixiert werden, umwandelnden. Auf den beigelegten Schematas 1 und 2 war ich bestrebt die Evolution dieser Organe wiederzugehen.

Selbstverständlich können all' diese Fakten auch in anderer Beleuchtung betrachtet und die Beziehung des Entwickelungsgrades des Geruchssinnes zu der Ausbildung der Lobi olfactorii als sekundäre Abhängigkeit gedeutet werden. Doch in diesem Falle steht in den anderen Organen bei Erhöhung ihrer Empfindlichkeit das Fehlen

einer intensiven Entwickelung der Zwischenzentren, welche in Bezug auf dieselben die gleiche Stellung einnehmen, wie die, welche wir im Geruchsapparat zu beobachten Gelegenheit hatten, dazu im Widerspruch. In all' diesen Fällen vergrössert sich und wird komplizierter das Sinnesorgan, nicht aber das Zwischenzentrum.

Meistens wird das Auftreten der Lobi olfactorii mit ihrem allmählichen Anwachsen unter dem Einflusse der Ausbildung des Geruchssinnes in Zusammenhang gebracht. Die Lobi olfactorii werden in diesem Falle, ebenso wie die Augenbecher, als Gehirndistrikte, die sich unter dem Einflusse des intensiven Gebrauches auch entsprechend intensiv entwickeln, aufgefasst. Doch wies ich oben bereits darauf hin, dass mit dieser Erklärung der Evolution dieser Abschnitte im Sinne einer allmählichen Umwandlung von Teilen der Gehirnwandung in Sinnesorgane das völlige Fehlen irgend welcher Andeutungen auf diesen Prozess in den Hirnteilen, die einem ebensolchen, wenn nicht noch stärkeren Einfluss eines bedeutenden Sinnesorganes, nämlich des Ohres ausgesetzt sind im Widerspruch steht. Das völlige Fehlen hier ähnlicher Erscheinungen und die Bildung des Zwischenzentrums aus dem dorsalen Ganglion (Gehörorgan) zwingt uns dazu die Ursache all' der eigenartigen Erscheinungen in den zwei ersten Segmenten ausserhalb der eben erwähnten zu suchen. Als einzige Erklärung bleibt dabei die Beziehung dieser Bildungen zu der Erhaltung in diesen Gehirndistrikten von dorsalen Plakoden innerhalb des Neuralrohres.

Bei den Vögeln treten uns die primären Zentren in diesen Segmenten folgendermassen entgegen:

5-tes Segment. Die motorischen Kerne sind nicht in obere und untere Abschnitte eingeteilt und bilden die ventralen motorischen Kerne der NN. trochleares.

Die ventralen und dorsalen motorischen Fasern sind nicht getrennt und bilden die NN. trochleares.

Die dorsalen sensiblen Ganglien sind in zwei Abschnitte eingeteilt. Die einen die Gestalt der Plakode bewahrenden verschmelzen zur Bildung des unpaaren dorsalen Kernchens der NN. trochleares.

Die dorsalen sensiblen Zentren sind in zwei Abschnitte eingeteilt, einen mit dem entsprechenden Abschnitt der gegenüberliegenden

Seite zur Bildung des unpaaren dorsalen Kernchens der NN. trochleares verschmelzenden; dieser Abschnitt bleibt gewissermassen auf dem Plakodenstadium stehen; der andere Abschnitt wird bei der Schliessung des Neuralrohres aus demselben ausgestossen und bildet einen Teil der Ganglien des Ramus ophtalmicus N. trigemini. Dieser letztere Abschnitt steht mit den motorischen Kernen seines Segmentes nicht im Zusammenhange.

4-tes Segment. Die motorischen Kerne sind nicht in zwei Abschnitte eingeteilt und bilden die motorischen Kerne des Oculomotorius.

Die ventralen und dorsalen motorischen Fasern sind nicht getrennt und bilden die NN. oculomotorii.

Die dorsalen sensiblen Zentren sind in zwei Abschnitte eingeteilt, von denen der eine den Zusammenhang mit den motorischen Kernen seines Segmentos bewahrt und das Ganglion ciliare bildet, während der andere diesen Zusammenhang einbüsst und einen Teil der Ganglien des Ramus ophtalmicus N. trigemini bildet.

3-tes Segment. Die motorischen Kerne sind teilweise in zwei Abschnitte eingeteilt. Der obere Abschnitt kommt ausschliesslich während der Embryonalentwickelung zur Ausbildung und die Kerne der primären Fasern der Commissura posterior. Der untere bleibt auch beim erwachsenen Huhn erhalten und verschmilzt mit den Kernen des Oculomotorius.

Die ventrale motorische Wurzel wird durch die Fasern dieses Kernes repraesentiert, welche an der Bildung des N. oculomotorius teilnehmen.

Die dorsale motorische Wurzel wird durch die primären Fasern der Commissura posterior repraesentiert, die beim Huhn nur währenddes Embryonallebens während eines kurzen Zeitraumes existieren.

Die dorsalen sensiblen Zentren sind in zwei Abschnitte eingeteilt. Der eine Abschnitt, der äussere verschmilzt mit dem entsprechenden Abschnitt der gegenüberliegenden Seite zur Bildung der rudimentären Epiphyse. Der andere bildet die rudimentären Ganglia habenulae.

2-tes Segment. Die motorischen Kerne sind nicht in zwei Abschnitte eingeteilt und kommen nur während der Embryonalentwickelung zum Ausdruck. Dieselben bilden den rudimentären unpaaren Kern des Chiasma der NN. optici.

Die ventralen und dorsalen Wurzeln sind nicht getrennt und im Laufe der Embryonalentwickelung sehr schwach ausgeprägt. Dieselben werden durch Fasern von motorischem Charakter, welche die Augenstiele entlang zu den Augenblasen hinwachsen, repraesentiert.

Die dorsalen sensiblen Zentren sind nicht in zwei Abschnitte eingeteilt und bilden die lateralen Augenbecher oder genauer ausgedrückt, die die lateralen Augen bildenden Ausstülpungen des Neuralrohres.

Accessorische Sinnesorgane sind in diesem Segment vorhanden und bilden die Linsen der lateralen Augen.

1-tes Segment. Motorische Kerne kommen überhaupt nicht zur Ausbildung.

Ventrale und dorsale motorische Fasern sind gleichfalls nicht vorhanden.

Die dorsalen sensiblen Zentren sind nicht in zwei Abschnitte eingeteilt und bilden die rudimentären Lobi olfactorii.

Die accessorischen Sinnesorgane sind in diesem Segment vorhanden und geben den Riechgruben und den Primärganglien des NN. olfactorii, den Homologa des N. terminalis, den Ursprung.

KAPITEL III.

Urgeschichte des Nervensystems der Wirbeltiere.

Der Bau der Nervensegmente des Kopfnervensystems führt uns notgedrungen zu der Annahme, dass bei der Bildung des Neuralrohres eine Einfaltung eines recht bedeutenden Ektodermdistriktes stattgefunden hat, in dessen Bereich vier Reihen von Plakoden oder mit anderen Worten vier Reihen rudimentärer Sinnesorgane lagen. Diese vier Plakodenreihen, zwei Reihen motorischer Kerne und zwei Reihen dorsaler sensibler Zentren, ergeben uns, wie ich bereits darauf hinwies, bei Verschluss des Neuralrohres die primären Grundzentren des Nervensystems der Wirbeltiere.

Am wenigsten tritt diese Abstammung der Zentren aus den rudimentären Sinnesorganen in den Reihen der motorischen Kerne zutage. Sowohl das völlige Fehlen irgend welcher Anteilnahme an der Empfindung äusserer Reize, als auch ihre Fähigkeit ihre Impulse beinahe ausschliesslich den Muskeln zu übermitteln veranlassen uns denselben eine gewisse Sonderstellung zwischen den all' diese Fähigkeiten bewahrenden Zentren einzuräumen. Doch scheint es mir, dass diese Eigenarten der motorischen Kerne nur als Grund dienen können in denselben die primitivste Reihe der umgewandelten Sinnesorgane zu erblicken. In der Tat sind all' diese Charaktere für die Sinnesorgane der niederen Wirbellosen bezeichnend und zwar auf der Entwickelungsstufe, wo noch keine vermittelnden Koordinationszentren der Reflexe existieren. Bei diesen Tieren, wie z. B. bei den Coelenteraten begegnen wir noch keiner Differenzierung des Nervensystems in Sinnesorgane und motorische Zentren und die Sinneszelle reagiert unmittelbar auf die Muskelfasern. In den Plakoden der motorischen Kerne haben wir es eben augenscheinlich mit solchen rudimentären Sinnesorganen zu tun.

Als Spur der beginnenden Differenzierung auch dieser Sinnesorgane in zwei Abschnitte hat sich bei den Wirbeltieren das Ausfallen ins Mesenchym eines Teiles ihrer Zellen erhalten, welche den motorischen Elementen der Ganglien des sympathischen Systems den Ursprung geben. Bei der Differenzierung des komplizierten koordinierenden Nervensystems der Wirbeltiere und der metameren Wirbellosen sind zwei Reihen dieser Sinnesorgane erhalten geblieben, doch haben sie ihre Fähigkeit der selbständigen Empfindung äusserer Reize eingebüsst und sich in motorische Zentren, in die Reize verarbeitende Endelemente, in den komplizierten Reflexen des Nervensystems dieser Tiere umgebildet. Die selbständige Empfindung äusserer Reize wird durch die Empfindung der von anderen Zentren des Nervensystems ihren sensiblen Enden übermittelten Reize ersetzt.

Die zwei anderen Plakodenreihen, welche die dorsalen sensiblen Zentren bilden, stellen Rudimente höher differenzierter Sinnesorgane dar. In denselben begegnen wir bereits Anzeichen einer äusserst hohen Spezialisierung. Besonders deutlich tritt dieser Umstand in den vorderen Gliedern dieser Reihen, welche wie wir oben sahen funktionierende Sinnesorgane bei den rezenten Wirbeltieren bilden, zutage. Im Zusammenhang mit der Stellung dieser Plakoden am Rande des sich bei der Bildung des Neuralrohres einstülpenden Ektodermstreifens, erweisen sie sich beim Verschluss des letzteren an der Medianlinie der Dorsalseite des Neuralrohres, was zu einer Reihe von äusserst charakteristischen Veränderungen führt. Der Einfluss dieser Erscheinungen auf die Funktion der Plakoden und auf ihre Stellung tritt im dritten Segment besonders deutlich zutage, da die Plakoden hier als Sinnesorgane erhalten bleiben und sich gerade an der medianen Verwachsungslinie der Neuralwülste bei der Bildung des Neuralrohres befinden. Als für sie, ebenso wie für die beiden vorderen, als Sinnesorgane funktionierenden Plakodenpaare äusserst charakteristische Erscheinung bleibt die Ausbildung der Empfindungszellen an der dem inneren Lumen dieser Sinnesorgane zugekehrten Fläche oder, was dasselbe ist, an der dem Lumen des Neuralrohres zugekehrten Fläche. Diese Erscheinung muss jedenfalls als eine Reminiszenz an die früheren Beziehungen dieser Sinnesorgane zum äusseren Medium angesehen werden. Die empfindlichen Elemente gelangten eben an der dem äusseren Medium zugekehrten Seite zur Entwickelung. Beim Verschluss des

Neuralrohres verwandelte sich die äussere Oberfläche des Ektoderms in die innere des Neuralrohres und zum äusseren Medium für diese Sinnesorgane wurde das Lumen des Neuralrohres. In diesem charakteristischen Entwickelungsmodus der empfindlichen Elemente verfügen wir über einen zweifellosen Beweis des Einrollens eines Ektodermstreifens bei der Entwickelung des Neuralrohres.

Ein Widerspruch dieser letzteren Behauptung wurde gewöhnlich in der sekundären Entwickelung des Lumens des Neuralrohres bei den Teleostiern und einigen Amphibien *(Pelobates)* durch Auseinandertreten der Zellen im Zentrum einer massiven Ektodermeinwucherung erblickt. Doch die von Asheton studierte Entwickelungsgeschichte des Neuralrohres von *Gymnarchus niloticus* muss diesen Einwand völlig aus dem Wege schaffen, da wir hier, nach den Untersuchungen zu urteilen, die Entwickelung des Neuralrohres in seinem hinteren Abschnitte durch Einfaltung des Ektoderms, das allmählich in seinem vorderen Teil in ein Aneinandergleiten der Neuralwülste, welche auf diese Weise keine primäre Neuralhöhle entstehen lassen übergeht vor uns haben. Im vorderen Rumpfabschnitt, wo die Neuralwülste bedeutend an Höhe zunehmen, kommt es bereits zur Bildung des für die Teleostier typischen massiven Einstülpung. Infolgedessen können wir die Entwickelung des Neuralrohres der Teleostier demselben Entwickelungstypus desselben durch Einrollen eines Ektodermstreifens zurechnen. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird, abgesehen von der Entwickelungsgeschichte des Neuralrohres von *Gymnarchus*, noch durch das Vorhandensein bei einander nahe verwandten Tierformen verschiedener Entwickelungstypen des Neuralrohres. Dieser Umstand geztattet es uns die Ursachen des Auftretens des einen oder anderen Entwickelungstypus den Erscheinungen der Mechanomorphose zuzuschreiben.

Auf der beistehenden Abbildung (Textfig. 23) bringe ich fünf Grundmomente im Entwickelungscharakter des Neuralrohres bei verschiedenen Wirbeltieren zur Darstellung. Auf Fig. a ist der Bau der Neuralplatte der Selachier im Moment der beginnenden Ausstossung der Ganglienleistenzellen wiedergegeben. Der die Ganglienleisten bildende Distrikt der Neuralplatte ist schwarz.

Auf der Fig. 23, b ist die Einstülpung der Neuralplatte bei den Vögeln und Selachiern mit der für diese Formen bezeichnenden Bildung eines regelmässigen Rohres dargestellt. Fig. 23, c giebt

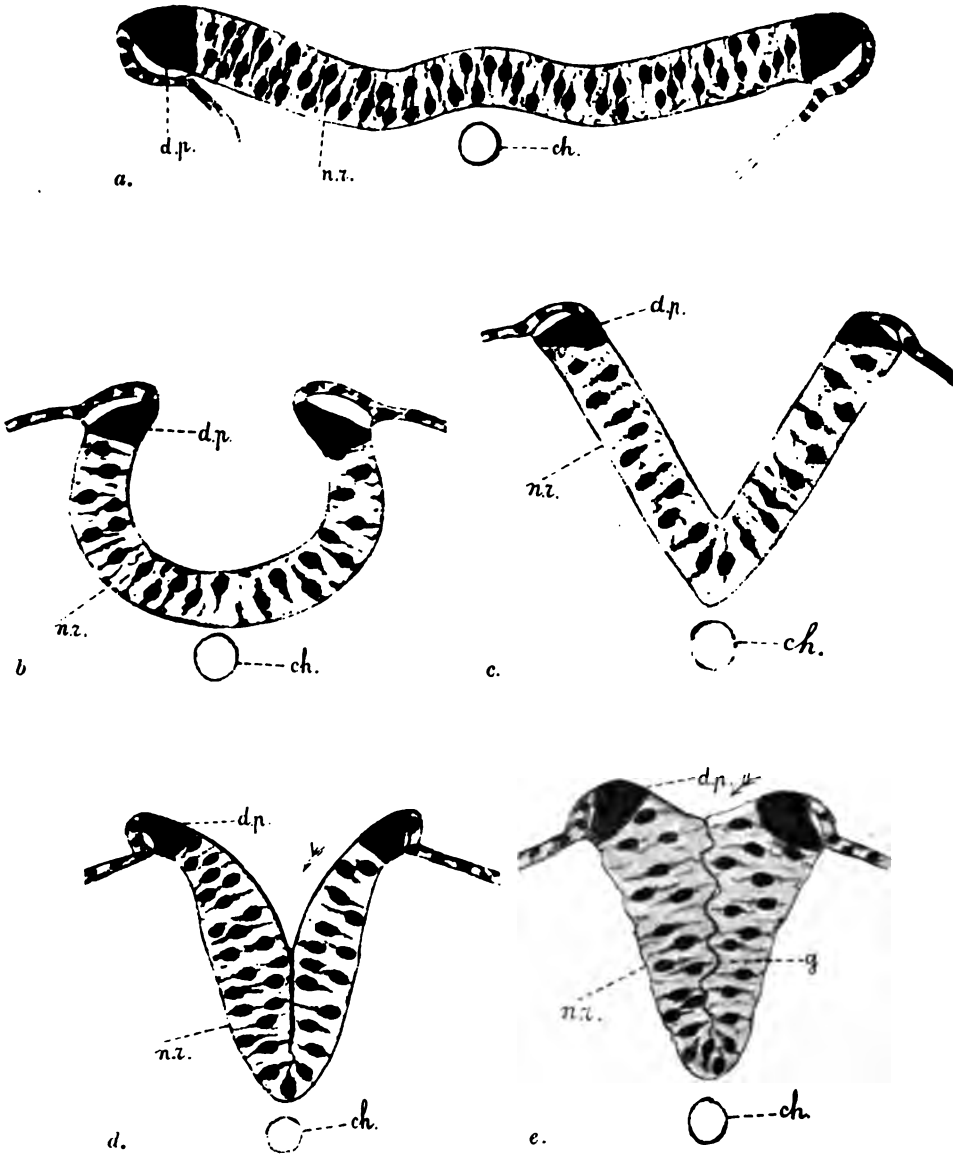


Fig. 23.—a) Neuralplatte von *Acanthias* im Bildungsmoment der Ganglienleisten (Neal). b) Bildung des Neuralrohres bei Selachiern und Vögeln. c) Bildung des Neuralrohres bei den Reptilien. d) Bildung des Neuralrohres bei den Teleostiern. e) Bildung des Neuralrohres bei *Petromyzon*.

den Einstülpungsprozess des Neuralrohres bei den Reptilien mit den für sie charakteristischen gerade gestreckten Seiten der Neuralplatte wieder. Auf Fig. 23, d sehen wir die Bildung des Neuralrohres durch aneinander Entlanggleiten der Neuralwülste. Auf diese Weise findet die Bildung des Neuralrohres bei den Amphibia, bei Gymnarchus, Syngnatus und gewissen anderen Teleostiern statt. Typisch für diesen Vorgang ist die Erhaltung bei der Einsenkung der massiven Einstülpung einer deutlich sichtbaren Grenze zwischen den Neuralwülsten der gegenüberliegenden Seiten und das Fehlen einer primären Höhlung bei Schluss des Neuralrohres. Auf der Fig. 23, e endlich ist die letzte Endstufe dieser Veränderungen zur Darstellung gebracht, die wir beim Neunauge beobachten, wo die deutliche Grenze zwischen den Neuralwülsten verschwindet und sich ein massiver Ektodermstrang einsenkt.

Vergleichen wir diese Schemata mit einander, so gelangen wir zur Ueberzeugung, dass wir es hier mit einem durchaus einförmigen Prozess zu tun haben, der nur in gewissen Fällen unter dem Einflusse mechanischer Ursachen verdunkelt wird. Als eine solche Ursache lässt sich der Zusammenhang der Phasen des aneinander Entlanggleitens der Neuralwülste bei der Bildung des Neuralrohres (Fig. 23, d, e) mit dem Vorhandensein einer grossen Menge von Dotterkörnchen im Plasma der embryonalen Ektodermzellen und überhaupt mit den grossen Dimensionen der Embryonalelemente des Keimes bezeichnen.

Die Existenz zweier getrennter Plakodenreihen längs den Rändern der Neuralplatte tritt besonders deutlich bei den Selachiern zutage, bei denen, nach den Untersuchungen Neal's bei *Acanthias*, das Ausfallen der Ganglienleistenzellen aus der Neuralplatte als selbständiger Prozess, ohne direkte Abhängigkeit von dem Schliessungsprozess des Neuralrohres zu der Zeit stattfindet, wo die Neuralplatte noch durchaus ihr ursprüngliches Aussehen bewahrt. Resten dieses selbständigen Prozesses begegnen wir augenscheinlich in der Bildung der Ganglienleisten zweiter Ordnung bei den Vögeln.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Beobachtungen Neal's zum Teil die Befunde Beard's über das Vorhandensein besonderer, etwas hervortretender marginaler Distrikte der Neuralplatte, welche den Ganglienleisten den Ursprung geben, bestätigen. Da jedoch die Beobachtungen Beard's über die Entwickelung der

Hühnerembryonen durch meine und Goronowitsch's Untersuchungen nicht bestätigt werden, so scheint es mir nicht möglich diese Tatsache anzuerkennen, umsomehr als nach den Befunden Neal's eher von durch ihre Gestalt hervortretenden, die lateralen Verdickungen der Neuralplatte bildenden, Randdistrikten die Rede sein kann, als von wirklichen Unterschieden in der Struktur. Infolgedessen halte ich es nicht für möglich auf dieser höchst interessanten Tatsache zu bestehen.

Wie ich oben bereits darauf hinwies, bleiben die drei ersten Plakoden dieser Reihe als Sinnesorgane erhalten, während die übrigen reduziert werden und ihre Zellen ins Mesenchym auswandern, wo sie sich in sensible Ganglien anordnen. Ein besonderes Interesse beansprucht in dieser Beziehung das Gehörganglion. Die Bildung bei einem so bedeutenden Organ wie das Ohr des vermittelnden Zentrums in Gestalt eines Ganglions, bei völligem Fehlen der geringsten Anzeichen von irgend Umbildungen im Neuralrohr, die zur Ausbildung spezieller Lobi, wie die Lobi olfactorii oder die lateralen Augen, führen könnten, weist zweifellos auf das Vorhandensein im Vorderende des Ventralrohres irgend ergänzender Faktoren, die eine solche Umbildung ermöglichten, hin. Das Vorhandensein der Ausstülpungen der Epiphysen, die sich unabhängig von der Existenz irgend welcher accessorischer Sinnesorgane ausbilden, gestattet uns die Auffassung Boveri ganz beiseite zu lassen und die Entwickelung der vermittelnden Zentren aus Lobi des Gehirnes mit der Erhaltung von dorsalen Plakoden im Bereich des Neuralrohres in Zusammenhang zu bringen. Dort wo dieselben ausfallen, wie z. B. im Gehörsegment, wird das vermittelnde Zentrum des speziellen Sinnesorganes in keinem Falle von einem Lobus des Gehirnes gebildet, sondern entwickelt sich als Zwischenganglion. In diesen zwei Reihen dorsaler Plakoden haben wir somit das zweite Paar der in den Grundreflexcyclus des Nervensegmentes der Wirbeltiere aufgenommenen Sinnesorgane vor uns. Im Verhältniss zu den Reihen der motorischen Kerne bilden diese Reihen die Generation von Plakoden, die ihre Funktionen als Sinnesorgane viel längere Zeit über bewahrten als die Plakoden der motorischen Kerne und denen die Innervierung der motorischen Kerne oblag. Die Fähigkeit der direkten Innervierung der Muskelfasern haben die Zellen dieser Plakoden endgültig eingebüsst.

Wie ich oben bereits erwähnte begegnen wir beim Amphioxus und den Ascidien keinen den drei vorderen Paaren von Ausstülpungen entsprechenden Bildungen des Nervensystems. Doch scheint es mir, dass dieser Umstand nicht als Argument gegen die von mir acceptierte Auffassung des Ursprunges dieser drei Paare eigenartiger Nervenorgane dienen kann.

In erster Linie steht, wie wir schon bei der Analyse derselben bei den Wirbeltieren sahen, die Entwickelung dieser Organe in funktionsfähige Apparate mit einer ganzen Reihe sekundärer Prozesse im Zusammenhange, so dass wir auch bei den Wirbeltieren sehr häufig diese Organe in rudimentärem Zustande antreffen.

Zweitens strebt die Evolution dieser Ausstülpungen der Umbildung derselben in komplizierte Sinnesorgane zu, was ganz augenscheinlich von der parallel verlaufenden Entwickelung einer komplizierten koordinierenden beim Amphioxus und den Ascidien völlig fehlenden Tätigkeit des Nervensystems in Abhängigkeit steht. Infolgedessen kommt es bei diesen Tieren zur Ausbildung aus den Rudimenten dieser Organe einfacher Sinnesorgane nach dem Typus der Wirbeltierepiphysen.

Drittens machen all' diese Organe die Umbildung eines funktionierenden äusseren Sinnesorganes in ein im Neuralrohr eingeschlossenes und dadurch seiner Funktionsfähigkeit beraubtes durch. Von diesem Ausgangspunkt aus kann ihre Ewolution augenscheinlich zwei Wegen folgen: 1) die Ausbildung eines tätigen Organes, welches sekundär mit dem äusseren Medium, von welchem dasselbe durch den Verschluss des Neuralrohres ausgeschlossen war, in Berührung tritt (Epiphyse von Hatteria, des Neunauges; die lateralen Augen; die Lobi olfactorii der Notidanidae, von Hatteria), oder aber eines vermittelnden Zentrums (Lobi olfactorii der meisten Wirbeltiere); 2) die endgültige Reduktion dieser Organe (die Epiphyse der meisten Wirbeltiere). In letzterem Falle liegt die Frage schon in der Aufklärung der Existenz des denselben entsprechenden Distriktes des Neuralrohres. In diesem Sinne scheint mir eben die Erhaltung der entsprechenden Distrikte des Neuralrohres beim Amphioxus in dem von Kupfer nachgewiesenen Infundibularabschnitt und in Gestalt des sog. Sinnesbläschens des Neuralrohres der Ascidienlarve mit seiner charakteristischen praechordalen Lage und der Bildung innerer cerebralen Sinnesorgane, die Frage von der

Existenz dieser rudimentären Organe bei diesen Tierformen zu lösen. Das Vorhandensein der Sinnesorgane bei den letztgenannten Tieren gestattet es, wenn sich dieselben auch ihrem Bau nach von den entsprechenden Bildungen bei den Wirbeltieren unterscheiden, wie mir scheint, diesen Abschnitt des Neuralrohres der Ascidienlarven mit den drei vorderen Segmenten des Neuralrohres der Wirbeltiere zu homologisieren.

Viertens kann das Vorhandensein oder Fehlen dieser Organe nur in dem Falle eine entscheidende Bedeutung erlangen, wenn wir uns auf den Standpunkt der direkten phylogenetischen Beziehungen zwischen den gleichzeitig existierenden Tierformen stellen und folglich die einfach organisierten Tiere unter den heute lebenden als Stammeltern der komplizierter organisierten betrachten wollen. Bei dem Standpunkt dagegen, welcher auch der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt, kommt dieser Frage nur in dem Sinne eine Bedeutung zu, ob der Amphioxus und die Ascidien dem Bau des Nervensystems nach in einen Kreis mit den Wirbeltieren aufgenommen werden können. Beim Vorhandensein dem Typus nach gleichwertiger Rumpfsegmente, würde die Frage in der Richtung zu lösen sein, ob die drei ersten Plakoden des Amphioxus und der Ascidien bei der Bildung des Neuralrohres in dasselbe aufgenommen wurden oder ob dieselben bei ihren ausserhalb des Neuralrohres blieben und den thorakalen identische sensible Ganglien bildeten. Wie ich oben im 3-ten Punkt erwähnte, haben wir allen Grund die Uebereinstimmung in dieser Beziehung der Wirbeltiere einer und des Amphioxus und der Ascidien andererseits anzuerkennen.

Bemerkenswert ist, dass wir, wie schon Beard gezeigt hat, einer ähnlichen Anordnung der motorischen Kerne und rudimentären Sinnesorgane auch bei den metamer gebauten Wirbellosen in Gestalt der in Form von Plakoden im Ektoderm zur Anlage gelangenden motorischen Ganglien und der parapodialen Sinnesorgane und Ganglien begegnen. Näher auf diesen Punkt einzugehen scheint mir nicht am Platz, da uns dies zu weit führen würde, und ich will mich eben nur auf den Hinweis auf einige äusserst wichtige Ergänzungen der Ansichten Beard's, welche die in letzterer Zeit erschienenen Arbeiten über die Sinnesorgane bringen, beschränken.

In erster Linie ist hier das von *Kennel, Sedgwick* und *Zograff* nachgewiesene Vorhandensein bei den Arthropoden von Sinnesorga-

nen, welche ich weiterhin nach der für sie gebräuchlichen Bedeutung als segmentale Sinnesorgane bezeichnen werde. Diese Organe bilden sowohl bei den Arthropoden, als auch bei den Anneliden durch besondere Nerven mit den motorischen Kernen in Verbindung

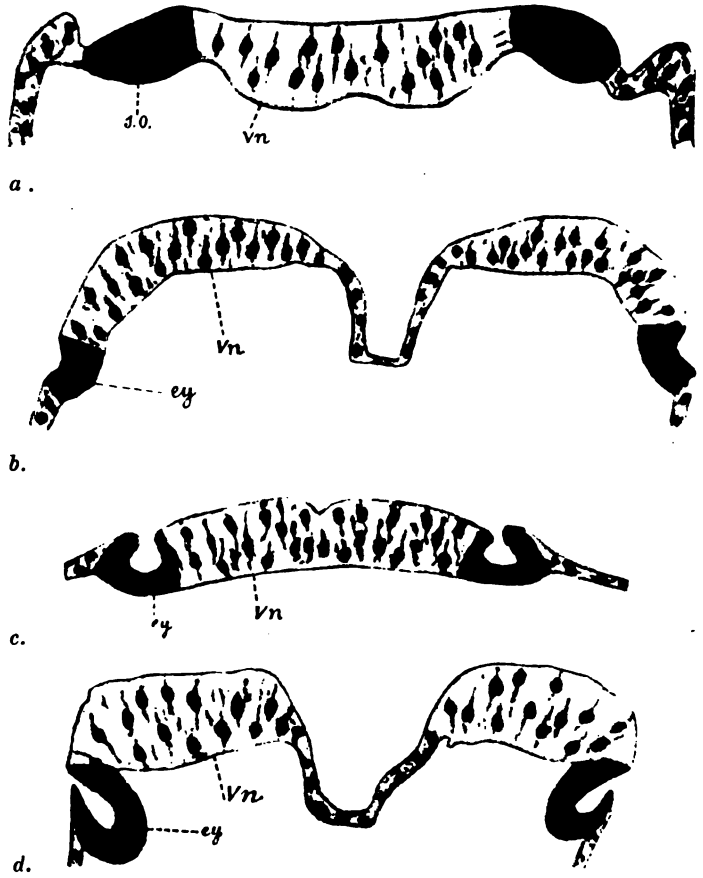


Fig. 24.— a) Geophilus (Zograff). b) Scorpion (Laurie). c—d) Peripatus (Sedgwick). Vn. motorische Plakode; so. segmental Organ (dorsal Plakode) ey. eye. (dorsal Plakode).

stehende gangliöse Massen. Ein noch grösseres Interesse gebührt den Arbeiten *Patten's* über die Skorpione und Merostomata, welche nachweisen, dass sich bei diesen Formen die drei vorderen Plakodenpaare dieser Reihe durch ihre hohe Ausbildung von den hinteren

abheben. Die beiden vorderen bilden funktionierende Sinnesorgane, während die hintere einem nur rudimentären, bald zugrunde gehenden Organ den Ursprung giebt. Von noch grösserer Bedeutung ist hier der Umstand, dass das vordere Paar dieser Plakoden das Geruchsorgan, soviel man nach den Beziehungen desselben zu den Cheliceren beurteilen kann, das zweite Paar das Sehorgan bildet, wobei eine mit der für den Pinealapparat geschilderten identische Einteilung der Plakoden in einen äusseren, das Sinnesorgan bildenden und einen inneren, dem vermittelnden Zentrum den Ursprung gebenden Abschnitt zerfällt.

Das dritte Paar bildet das Rudiment eines Sehorgans.

Schematisch haben wir es hier (cf. Textfig. 24) gewissermassen mit dem auseinandergefalteten Vorderende des Neuralrohres der Wirbeltiere mit all' seinen accessorischen Sinnesorganen zu tun.

Diese Eigentümlichkeiten des Nervensystems gewisser metamerer Wirbellosen liefern uns, wie mir scheint eine neue äusserst überzeugende Bestätigung des obigen Schemas der Evolution des Nervensystems der Wirbeltiere und der Entstehung des Neuralrohres aus dem Medianstreifen des Ektoderms, dessen Mitte entlang zwei Reihen motorischer Zentren (Plakoden der primären Sinnesorgane) und an den Rändern zwei Reihen segmentaler Sinnesorgane (Plakoden der hoch organisierten Sinnesorgane) verliefen. Durch Einfaltung dieses Streifens kommt eben das Neuralrohr der Wirbeltiere mit all' seinen charakteristischen Eigenarten zustande.

Im Zusammenhang mit einer solchen Auffassung der Abstammung des Zentralnervensystems der Wirbeltiere durch Einfaltung eines eine eigenartige Röhre bildenden Ektodermstreifens, tritt die Frage an uns heran, unter dem Drucke welcher Ursachen kam es zur Bildung dieses Rohres und welche Funktionen übte dasselbe bei den Voreltern der Wirbeltiere aus. Auf eine solche Frage lässt sich fürs erste natürlich nur eine hypothetische Antwort geben, da wir in sämtlichen uns bekannten Fällen das Neuralrohr bereits als Anlage des schon ausgebildeten Zentralnervensystem der Wirbeltiere antreffen. Infolgedessen kann man auf die eben gestellte Frage nur durch eine Voraussetzung antworten.

Von Anfang an löst sich die Frage in zwei Punkte auf: welche der beiden äussersten Entwickelungsmethoden bei den Wirbeltieren muss als die primäre angesehen werden? Diese Frage kann mit vol-

lem Recht ganz gleich zu Gunsten beider Methoden entschieden werden, verfügen wir doch über keinerlei Daten, welche der einen oder anderen den Vorzug geben liessen. Infolgedessen werden wir, je nachdem von welchem der beiden Punkte wir bei der Suche nach den Anfangsphasen der Bildung des Neuralrohres ausgehen werden, zu direkt eutgegengesetzten Resultaten über die primäre Bedeutung desselben gelangen. Im ersten Falle, wenn wir den Entwickelungsmodus derselben bei den Haien als den dem Prototypus am nächsten stehend Entwickelungstypus betrachten, so können wir vielleicht die primäre Existenz des Neurocöels als Röhre, die im allgemeinen Leben des Organismus irgend eine, von der speziellen Funktion des Nervensystems unabhängige Rolle spielte, vielleicht die Rolle eines eigenartigen Atrialhöhle, worauf ja auch der Zusammenhang desselben mit dem Darmrohr beim Embryo durch den Canalis neurentericus hinweist, annehmen. Im zweiten Falle, wenn wir den Entwickelungsmodus desselben beim Neunauge als den dem Prototypus am nächsten stehenden annehmen, so können wir vielleicht die Entstehung dieser Höhlung als sekundäre Erscheinung im Zusammenhange mit der Fähigkeit der lokalen Nervenelemente, möglicherweise als eigentümliches kompliziertes röhrenförmiges Sinnesorgan in der Art der Seitenlinie der Wirbeltiere auffassen.

Ich wiederhole, dass diese Frage augenblicklich in keinem Sinne endgültig positiv gelöst werden kann, da uns nirgends das Vorhandensein einer solchen Ektodermröhre, mit denselben Beziehungen der Nervenzentren zu der Höhlung derselben, die nicht als Zentralnervensystem funktioniert, bekannt ist. Infolgedessen können wir auf Grund der Struktur des Zentralnervensystems der Wirbeltiere und der gegenseitigen Beziehungen der Zentren derselben zueinander nur zu dem Schluss gelangen, dass dasselbe durch Einfaltung eines Ektodermstreifens mit den oben angegebenen Lagebeziehungen der Plakoden entstanden ist, wobei wir die Frage von den Ursachen dieser Einfaltung und den urspünglichen Funktionen dieses Rohres bei den Vorfahren der Wirbeltiere ganz offen lassen.

Ausser diesen zwei Paaren von Grundzentren treffen wir bei den Wirbeltieren noch die Funktionen dieser Zentren ergänzende Sinnesorgane an. Von diesen Sinnesorganen gehe ich näher nur auf die epibranchialen Plakoden, die Plakoden der Linse und der Riechgruben und die Seitenlinie ein.

Die epibranchialen Plakoden geben, wie ich oben bereits erwähnte, einer Reihe von epibranchialen Ganglien den Ursprung. Die Bedeutung dieser Ganglien nimmt allmählich von hinten nach vorne ab, wobei sie sich allmählich dem Neuralrohr nähern. So kann man beim Huhn im Vagus-Segment von einem Anschluss des dorsalen an das epibranchiale Ganglion sprechen, wodurch die Masse des Ganglions in die Epibranchialregion des Embryos, und beim erwachsenen Huhn, Hand in Hand mit der Verschiebung des Kiemenapparates nach rückwärts, in den unteren Teil des Halses übertragen wird. Im Segment des Ramus mandibularis N. trigemini können wir schon eher von einem Anschluss des epibranchialen an das dorsale sprechen, im Zusammenhang womit die Masse des epibranchialen Ganglions dieses Segmentes zu den Wandungen des Neuralrohres hin übertragen wird. Zwischen diesen beiden Ganglien stossen wir in den beiden Zwischenganglien, dem des Facialis und dem des Glossopharyngeus, auf die beiden Uebergangsstadien zwischen denselben. In den beiden hinteren Segmenten des Vagus dagegen begegnen wir der weiteren Entwickelung der für das erste Segment dieses Nervs geschilderten Erscheinung. Hier findet bereits eine Trennung des dorsalen und epibranchialen Ganglions von einander statt, welche nun von einander unabhängige Ganglienmassen bilden.

In Bezug auf die Linse und die Riechgruben muss ich hier nur noch die Frage von der Homologie dieser Bildungen mit den epibranchialen Plakoden berühren. Völlige Klarheit in dieser Frage zu schaffen ist augenblicklich noch nicht möglich und wir müssen uns fürs erste auf mehr oder weniger begründete Voraussetzungen beschränken. Auf Grund der gleichzeitigen Entwickelung dieser Plakoden mit den epibranchialen, ebenso wie auf Grund der gemeinsamen Funktionen der Riechgruben und epibranchialen Ganglien scheint es mir durchaus warhscheinlich, dass diese Sinnesorgane den epibranchialen Plakoden homolog sind.

Die Seitenlinie wird beim Huhn nur durch die Gehörgrube repraesentiert. Doch haben sich die durch dieselbe in den dorsalen Ganglien hervorgerufenen Veränderungen noch in bedeutendem Masse erhalten und weisen einen äusserst typischen Charakter auf. Für den Moment werde ich nicht näher auf dieselben eingehen und ich weise auf dieselben nur hin, um die Stabilität der Nervenelemente hervorzuheben. Als Folge der hohen Ausbildung der Gehörgrube bei den

Stammeltern der Vögel begegnen wir der Verschmelzung der dorsalen Ganglien der Occipitalregion zur Bildung der Commissura N. vagi zwischen den dorsalen Ganglien des Vagus und denen des Glossopharyngeus, welche im Zusammenhang mit dem Herabrücken der dorsalen Ganglien dieser Nerven ebenfalls in die epibranchiale Region herabgesunken ist.

Das hier ausgeführte allgemeine Schema des Nervensystems der Wirbeltiere nähert sich bedeutend dem von Johnston auf Grund des Studiums des Nervensystems vom Standpunkt der funktionellen Einteilung dessen Zentren gewonnenen Schema. Eine besondere deutliche Uebereinstimmung existiert zwischen meinen Ansichten und der Auffassung dieses Autors in Bezug auf die Entwickelungsgeschichte der lateralen Augen, doch gelangen wir, ebenso wie auch in anderen Fällen, dank den verschiedenen Kriterien zu abweichenden Endresultaten. Bei Johnston bewegen wir uns die ganze Zeit in den Grenzen der Homodynamie, während ich in meiner Arbeit die Homologie der Retina mit den Plakoden der dorsalen Ganglien festzustellen bestrebt war.

Noch schärfer tritt dieser Unterschied in den Kriterien in der Auffassung des Geruchssegmentes zutage, wo Johnston die Lobi olfactorii ganz beiseite schiebt, da er deren sekundäre Bildung anerkennt, und als Homologa der dorsalen Ganglien auf das Ganglion N. terminalis hinweist. Die ungenügende Genauigkeit des physiologischen Kriteriums tritt hier besonders deutlich hervor; die Funktion der Empfindung chemischer Reize lässt Johnston die Homologie der Lobi olfactorii mit den dorsalen Ganglien ganz beiseite lassen und den Ganglien N. terminalis, deren Funktionen bis heute noch völlig im Dunkel liegen, den Vorzug geben. Ebenso lässt das physiologische Kriterium Johnston bei der Analyse der Lobi optici und des Kleingehirns im Stiche und diese sekundären Koordinationszentren werden, dank ihrer Homodynamie mit den dorsalen Ganglien, von ihm derselben Ordnung von Zentren zugerechnet.

Abgesehen von dieser partiellen Abweichungen in der Erklärung einzelner Zentren liegt der Hauptunterschied in den Endresultaten, welche sich mit Hülfe der von uns angewandten Kriterien erreichen lassen. Bei Anwendung des physiologischen Kriteriums müssen wir uns in unserem Studium auf die erwachsenen Tiere beschränken und von vornherein auf die Rekonstruktion des Prototypus der

Struktur des Nervensystems verzichten, da wir bei der Untersuchung in dieser letzteren Richtung auf solche morphologische Daten, welche zu den auf Grund der physiologischen Analyse im Nervensystem festgestellten Fakten im Widerspruch stehen, stossen und bald genötigt sind uns nach dem durch die morphologische Analyse anderer Organsysteme gewonnenen Tatsachenmaterial zu richten. Im gegeben Falle ist es nicht der Wert des einen oder anderen Organsystems, als Erhellung verborgener Entwickelungsphasen, sonder der Vorzug der morphologischen Daten vor der physiologischen Deutung, welcher uns zwingt die im Bau des Nervensystems durch die physiologische Analyse aufgedeckten Erscheinungen dem auf Grund morphologischer Daten festgestellten Bau anderer Organsysteme unterzuordnen und die ersteren nur insofern in Betracht zu ziehen, als sie mit dem Bau der anderen Organsysteme übereinstimmen. Eine solche Sachlage annulliert natürlich den Wert der Untersuchung, da wir auf diese Weise wieder in die von Rabl so treffend charakterisierte Lage versetzt werden.

Wenn wir jedoch diese Mängel in der Methode Johnstons beiseite lassen, so bleibt uns das ungeheure Verdients dieses Autors, welcher uns den Weg der genauen Analyse des Nervensystems der Wirbeltiere eröffnet hat: Die in seinen Arbeiten ausgeführten Prinzipien haben, trotz ihres dank der nicht genügend scharf gezogenen Grenze zwischen Homologie und Homodinamie etwas unbestimmten Charakters, uns das Grundschema geliefert, durch welches wir bei Anwendung der morphologischen Analyse instand gesetzt sind uns ein klares Bild des Baues des Nervensystems der Wirbeltiere und folglich auch von dem Ursprung desselben zu schaffen.

Als ein solcher Versuch muss auch, wie mir scheint, das von Schimkewitsch aufgestellte Schema des Baues des Nervensystems der Wirbeltiere angesehen werden, wenn der Autor in seiner Arbeit auch nicht die Untersuchungen Johnstons zitiert, und dasselbe aus dem Bau des Nervensystems der Wirbellosen herleitet.

Ebenso wie das von mir in der vorliegenden Arbeit durchgeführte Schema basiert auch dasjenige Schimkewitsch's auf der Anerkennung des sich zur Bildung des Neuralrohres einfaltenden Ektodermstreifens mit zwei Plakodenreihen (nach Schimkewitsch von Ausstülpungen rudimentärer Sinnesorgane). Ebenso wie im Johnston'schen Schema bilden zwei Paare dieser Ausstülpungen, die Epi-

physen und die lateralen Augen, Sinnesorgane und das vordere— das Ganglion N. terminalis. Die hinteren Paare bilden sensible Ganglien.

Die von Schimkewitsch angeführte Deutung des Geruchsapparates weist deutlich auf die völlige Ungenügendheit der vom Autor zur Begründung seines Schemas angenommenen morphologischen Beweise hin. Das zentripetale Wachstum der Fasern, die Aehnlichkeit im histologischen Bau, das Zusammentreffen mit den epibranchialen Plakoden und das Vorhandensein von lateralen Rinnen längs der Neuralplatte, die Schimkewitsch als leitende Prinzip annimmt von denen die ersten drei, wie mir scheint, durchaus gleiche physiologische Funktionen, die sie mit vielen anderen von Schimkewitsch nicht in diese Reihen anfgenommenen Zentren gemein haben, ausüben, gestattet uns dank ihrer Verschwommenheit nicht, uns derselben bei der Analyse des Nervensystems der Wirbeltiere zu bedienen. Dieser Umstand tritt bei Schimkewitsch eben ausserordentlich deutlich in Bezug auf den Geruchsapparat hervor. So wachsen die Fasern der Lobi olfactorii in zentripetaler Richtung, ausserdem verbinden sich dieselben mit den epibranchialen Plakoden, den Riechgruben, und nähern sich ihrer histologischen Struktur nach dem Neuralrohr (von der Identität der histologischen Struktur kann hier ebensowenig die Rede sein, wie bei der Vergleichung der Retina mit den Ganglien N. terminalis oder überhaupt mit irgend sensiblen Ganglien) entwickeln sich aus dieselbe laterale Theile der Neural, platte und trotz dem Schimkewitsh denkt sie nicht als homologen der dorsal Ganglien.

Plexus-Bildung und Polymerisation.

Ehe ich zu der Vergleichung der Anzahl von Nervensegmente, welche am Aufbau des Kopfes der verschiedenen Wirbeltiere teilgenommen haben, übergehe, scheint es mir geboten etwas näher auf die die Bildung des Nervenplexus im vierten Ventrikel begleitenden Erscheinungen und auf die als Endresultat dieses Vorganges eintretende Bildung der polymeren Kerne und Ganglien einzugehen.

Ich werde mich dabei näher bei der Entwickelung der Plexi des

Abducens, Hypoglossus, des R. lateralis Vagi und dessen Produkt, des zuerst von Neal nachgewiesenen Accessorius Wilisii, authalten.

Die Bildung des Plexus N. abducentis verläuft bei den Wirbeltieren in Abhängigkeit von dem Erhaltungsgrade der dorsalen Ganglien in den vorderen Segmenten des vierten Ventrikels. Bei deren Reduktion oder aber, wie wir dies im siebenten Segment am Gehörganglion sehen, bei der Aufnahme der dorsalen Ganglien in den komplizierten cerabralen Reflexcyclus stossen wir auf freibleibende motorische Elemente, welche nicht in den Tätigkeitscyclus des epibranchialen Zentrums dieses Segmentes, mit welchem das dorsale Ganglion verschmilzt, aufgenommben sind. Eben diese Elemente geben, in den Refl excyclus des Sehapparates aufgenommen, dem N. abducens den Ursprung. In Abhängigkeit von einer ganzen Reihe von Bedingungen, welche wir eben nicht die Möglichkeit haben ganz zu würdigen, verbleiben diese freien Elemente in verschiedenen Segmenten.

Der allgemeine Entwickelungsgang dieses Prozesses stellt sich uns folgendermassen dar. Beim Neunauge treffen wir den Abducens im sechsten Segment fürs erste in Gestalt einer motorischen Wurzel nur eines Segmentes an. In den hinteren Segmenten sind die motorischen ventralen Wurzeln entweder völlig unabhängig erhalten, wie wir dies nach den Angaben Hatschek's bei Ammocoetes sehen, oder aber sie nehmen an der Bildung der motorischen Bündel der epibranchialen Nerven Anteil, wie wir dies beim erwachsenen Neunauge beobachten können. Das Stadium des Ammocoetes ist auf dem Schema № 1, a wiedergegeben.

Das folgende Stadium ist hauptsächlich durch die völlige Absorption der motorischen Elemente des sechsten Segmentes durch das motorische Bündel des N. trigeminus charakterisiert. Freie motorische Elemente bleiben in diesem Segment schon nicht mehr übrig und der N. abducens wird auf die weiter nach hinten liegenden Segmente übertragen, Dem Beginn dieses Prozesses begegnen wir bei den Wirbeltieren, bei denen die Wurzeln des Abducens im Laufe des Embryonallebens nacheinander im sechsten, siebenten und achten Segment zur Anlage kommen. Die erste dieser Wurzeln geht sehr bald zugrunde und es bleiben nur die Wurzeln des siebenten und achten Segmentes übrig, welche den N. abducens des erwachsenen Tieres bilden. So haben wir es schon hier mit der Polymerie des N. abducens zu tun.

Bei den Vögeln begegnen wir schon der weiteren Ausbildung dieses Prozesses. Hier kommt es nur in Ausnahmefällen und auch da nur in Gestalt äusserst unbestimmter Gebilde zur Anlage einer Wurzel des Abducens im sechsten Segment, doch findet stattdessen der Anschluss noch einer hinteren Wurzel, nämlich der motorischen ventralen Wurzel des neunten Segmentes statt. Bei den Säugetieren ist diese Wurzel noch durchaus selbständig von den vorderen und nimmt, wie aus dem Schema № 1 b ersichtlich, an der Bildung des Plexus des Hypoglossus Anteil. Der Anschluss dieser Wurzel ist hier noch kein endgültiger und beim erwachsenen Vogel nehmen seine motorischen Fasern an der Bildung des motorischen Bündels N. vagi Teil.

Auf diese Weise finden sich beim erwachsenen Vogel, ebenso wie bei den Säugetieren, Wurzeln des N. abducens an zwei Segmenten, dem siebenten und achten. Das Schema № 4, a stellt die Entwickelungsgeschichte der Wurzeln N. abducentis im Laufe des Embryonallebens dar. Auf Schema № 4, b sehen wir den Bau dieses Nervs beim erwachsenen Vogel.

Die Haie endlich haben den Untersuchungen Neal's zufolge noch einen Schritt weiter vorwärts gemacht und der N. abducens entwickelt sich bei ihnen auf Kosten der motorischen Wurzeln nur des achten, oder der Wurzeln des siebenten, achten und neunten Segmentes. Als funktionierende Wurzeln bleiben die des achten Segmentes, oder, nach der Ansicht Neals, sogar die des neunten erhalten.

Den Standpunkt Van-Wijhe's und dessen Nachfolger, welche den Abducens der Haie ausschliesslich dem siebenten Segment (dem dritten nach ihrer Rechnung) zurechnen, lasse ich hier, ebenso wie die Ansicht Koltzoffs vom Abgange des N. abducens beim Neunauge vom selben Segment, beiseite, da sich dieselben ausschliesslich auf die Innervierung des von diesen Autoren dem siebenten (nach ihrer Rechnung dem dritten) Segment zugezählten Musc. rectus externus durch diesen Nerv stützen. Da diese Ansicht ausschliesslich auf ausserhalb des Nervensystems liegenden Grundlagen beruht, so scheint mir dieselbe nicht genügend begründet, umsomehr, als Koltzoff in derselben Arbeit sich selbst von der Richtigkeit dieses Kriteriums lossagt in Bezug auf den N. hypoglossus, für den er die Möglichkeit der Innervierung durch die Wurzel des einen Segmentes des Myotomes des benachbarten Segmentes anerkennt.

Auf diese Weise findet bei den Haien im Vergleich zu den Vögeln eine Verschiebung der Wurzeln des N. abducens nach rückwärts statt. Auf dem Schema № 3 ist die Entwickelung der Wurzeln des N. abducens bei den Haien während des Embryonallebens wiedergegeben.

N. hypoglossus.

In strenger Uebereinstimmung mit der allmählichen Verschiebung nach rückwärts des N. abducens im Laufe der Evolution findet auch die allmähliche Verbreitung des N. hypoglossus in derselben Richtung statt. In Abhängigkeit von derselben Ursache, d. h. von der Absorption der dorsalen Ganglien durch die polymeren komplizierten Reflexe, macht sich auch die Aufnahme immer neuer freier motorischer Nerven der Occipitalsegmente bemerkbar. Diese Erscheinung wird hier nur etwas durch die Entwickelung des polymeren motorischen Kernes N. vagi, welcher hier die vorderen motorischen Kerne sich völlig unterordnet und folglich eine Reduktion der vorderen selbständigen motorischen Wurzeln veranlasst, die sich allmählich durch die motorischen Fasern des Vagus ersetzt werden, verdunkelt.

Auf der untersten Stufe begegnen wir diesem Nerv beim Cyclostomata, wo die motorischen Wurzeln, welche die Hypobranchialmuskulatur innervieren, ausser den beiden vorderen, noch unabhängig von einander sind und völlig selbständig in die Hypobranchialregion eintreten, den Kiemenapparat von rückwärts umbiegend. Hier kann man, wie aus dem Schema № 1, a ersichtlich, nur von einem von den Wurzeln zweier Segmente, denen sich aller Wahrscheinlichkeit nach auf Fasern der ventralen Wurzeln des 7-ten, 9-ten Segmentes anschliessen, gebildeten Plexus des Hypoglossus sprechen. Ausserdem zeigen, wie gleichfalls aus dem Schema № 3, a ersichtlich, sämtliche Wurzeln dieser Region, ausser der ersten Wurzel N. hypoglossi, welche von der ventralen motorischen Wurzel des neunten Segmentes gebildet wird, einen gemischten Charakter (Myxine) und werden, ebenso wie die Rückenmarksnerven, durch Verschmelzung der dorsalen gemischten und der ventralen motorischen Wurzel gebildet. Ebenso wie in den Rückenmarksnerven, so bildet sich auch an der dorsalen Wurzel ein dorsales sensibles Ganglion.

Bei den Wirbeltieren begegnen wir schon einem bedeutenden Schritt vorwärts im Vergleich zum Neunauge, wie dies aus dem Schema № 1, b ersichtlich ist. Bei denselben sind bereits die Wurzeln des 9-ten, 10, 11, 12, 13 u. 14-ten Segmentes zur Bildung des Plexus N. hypoglossi verschmolzen. Ebenso wie die Nerven dieser Region beim Neunauge, so wendet sich der gemeinsame Stamm auch dieses Plexus der Hypobranchialregion zu und umgeht den Kiemenapparat von der Rückseite.

Ausserdem haben die an der Bildung dieses Plexus teilnehmenden Wurzeln bei den Säugetieren bereits völlig ihr dorsales Faserbündel eingebüsst, welches den N. accessorius der Säugetiere bildet. Auf diese Weise begegnen wir hier dem ersten Schritt zur Lostrennung von dem Plexus des N. hypoglossus eines Teiles der Fasern, welche ursprünglich an der Bildung dieses Plexus teilnahmen.

Ausser der Ablösung des dorsalen motorischen Kernes macht sich hier die Abtrennung vom ventralen motorischen Kern des zehnten Segmentes des Plexus N. accessorii Willisi bemerkbar.

Bei den Vögeln ist, wie dies aus dem Schema № 4, a ersichtlich, der Plexus N. hypoglossi selbst bei seiner Anlage im Vergleich mit den Wirbeltieren weiter zurückversetzt und die ventrale motorische Wurzel des neunten Segmentes nimmt nur zum Teil an der Bildung dieses Plexus teil. Bei den Haien wird, wie wir dies auf dem Schema № 3 erkennen können, die Wurzel des neunten Segmentes schon endgültig in den Plexus des N. abducens aufgenommen. Gleichzeitig ist die Spezialisierung der Wurzeln hier noch weiter vorgeschritten und die ersten fünf Wurzeln bei den Haien und sechs bei den Vögeln (bei letzteren nimmt an der Bildung des Plexus auch die Wurzel des neunten Segmentes Teil) stellen rein motorische Wurzeln dar. Die dorsalen sensiblen und motorischen Wurzeln dieser Segmente sondern sich von den ventralen und nehmen an der Bildung des Vagus Anteil, indem sie dessen hintere Commissur bilden.

Beim erwachsenen Vogel und dem erwachsenen Hai begegnen wir äusserst bedeutenden Schwankungen im Bau des Plexus N. hypoglossi bei den verschiedenen Arten. Als Beispiel greife ich den Bau desselben beim Huhn heraus. Im 9, 10, 11, 12 u. 13-ten Segment verschwinden die Wurzeln der Hypoglossus und ihre Kerne nehmen in ihrem ganzen Umfange am Aufbau des polymeren Kernes

N. vagi Anteil. Anstatt ihrer gesellen sich hinten die ventralen Wurzeln des 15, 16 und 17-ten Segmentes hinzu, die dorsalen Wurzeln dieser Segmente, die an der Bildung der hinteren Commissur N. vagi nicht teilnehmen, werden reduziert. Auf diese Weise ist der Plexus N. hypoglossi beim erwachsenen Huhn ausserordentlich weit nach rückwärts verschoben. Doch stossen wir bei manchen Haien, so z. B. bei *Rhina*, auf eine noch viel bedeutendere Rückwärtsverschiebung des Plexus N. hypoglossi, dem sich bisweilen die Nerven des 25—28 Segmentes anschliessen.

Plexus n. lateralis.

Die Rückwärtswanderung des Plexus N. hypoglossi ruft hier eine Absorption der dorsalen Wurzeln durch den polymeren Reflex N. lateralis hervor. Der Bildungsprozess dieses Reflexes lässt sich durchaus mit demjenigen des Plexus der Dorsalwurzeln, welcher eigentlich die erste Stufe im Entstehungsprozess des polymeren komplizierten Reflexes darstellt, vergleichen. Im gegebenen Falle begegnen wir einer Konzentration der Empfindung der von der Seitenlinie empfangenen Reize im vierten Ventrikel und der Bildung spezieller vermittelnder Zentren dieses polymeren Sinnesorganes in dieser Region, welche allmählich die Anteilnahme der segmentalen Dorsalganglien an der Reizempfindung der segmentalen Organe der Seitenlinie verdrängen.

Die Reihe der lokalen Sinnesorgane, welche die des Reflexcyclus ihres Segmentes darstellen, wandelt sich nach und nach in ein polymeres Sinnesorgan, Erreger des allgemein cerebralen polymerischen Reflexes, um und an Stelle der Gesammtheit einzelner Reflexe tritt ein komplizierter Reflex. Infolgedessen wird der segmentale Zusammenhang mit den sensiblen Ganglien der entsprechenden Segmente durch einen solchen mit speziell umgewandelten Ganglien, die das polymere Ganglion N. lateralis bilden, ersetzt. Zu den verschiedenen Entwickelungsstufen dieses polymeren Ganglions oder, mit anderen Worten, des Plexus der dorsalen Wurzeln, gehe ich nun über.

Auf der untersten Stufe begegnen wir dem Plexus N. lateralis bei den Cyclostomata, bei welchem an der Bildung desselben, wie aus

dem Schema № 1, a ersichtlich, die dorsalen Ganglien des zehnten, neunten, achten und zum Teil des siebenten Segmentes teilnehmen. Als bereits abgesonderte Masse tritt in diesem Segment das Gehörganglion auf. Dasselbe bildet bereits ein vermittelndes Zentrum eines besonderen Abschnittes der Seitenlinie und giebt im Zusammenhang damit seine Beziehungen zum Plexus N. lateralis auf.

Bemerkenswert ist auch der Umstand, dass der N. lateralis beim Neunauge von dem epibranchialen Ganglion des N. vagus unabhängig ist und sein Stamm von dem Vagus zwischen Gehirn und letzterem Ganglion, in unmittelbarer Nähe des ersteren abgeht.

Bei den Säugetieren, die mir als das auf das Neunauge unmittelbar folgende nächste Stadium zu beschreiben am bequemsten erscheint, stossen wir auf eine gewisse Rückwärtsverschiebung des Plexus N. lateralis, oder, wie er hier in Anbetracht des Fehlens einer Seitenlinie und dem damit im Zusammenhange stehenden Vorherschen der motorischen Elemente bezeichnet werden muss, des N. accessorius Willisi. Das dorsale Ganglion des siebenten Segmentes hat sich bei denselben völlig von dem Plexus des N. lateralis losgelöst. Ausserdem hat sich dem Plexus, ebenso wie beim Neunauge das dorsale Ganglion des zehnten Segmentes, bei manchen Säugern, so z. B. beim Menschen, sogar dasjenige des elften angeschlossen. Dank der Umwandlung des N. lateralis in einen motorischen Nerv kommt den sensiblen Elementen desselben keine grosse Bedeutung zu und werden dieselben beim Erwachsenen zum grössten Teile reduziert.

Es ist infolgedessen von grössten Interesse, dass der N. accessorius sich bei den Säugetieren ausschliesslich auf Kosten der dorsalen motorischen Wurzeln nach rückwärts verbreitet hat, ohne die geringsten Veränderungen in den sensiblen Abschnitten der dorsalen Wurzeln dieser Segmente veranlasst zu haben. Dieser Nerv wird von einer stark variierenden Anzahl von dorsalen motorischen Wurzeln gebildet, wobei die sensiblen Abschnitte der dorsalen Wurzeln dieser Segmente, mit Ausnahme eines, oder bei gewissen Arten zweier äusserst konstant auftretender, ihre Verbindung mit den ventralen Wurzeln bewahren, trotzdem sie später endgültig zugrunde gehen. Die Reduktion dieser Wurzeln verläuft völlig unabhängig von dem polymeren Ganglion des N. accessorius und es lassen sich hier keinerlei Spuren des Verschmelzung, welcher wir später bei den

Vögeln begegnen werden, entdecken. Dieser Umstand weist deutlich darauf hin, dass der Anschluss der ersten dorsalen Ganglien durch ganz bestimmte morphologische Ursachen, die auf die hinteren Ganglien nicht eingewirkt haben, bestimmt wird und in keiner Beziehung zu der Reduktion dieser Ganglien steht.

Da die Säugetiere zweifellos das Stadium des Wasserlebens durchgemacht haben, so sind wir, wie mir scheint, berechtigt die Verschmelzung dieser Ganglien mit der Ursache in Zusammenhang zu bringen, welche dieselbe Erscheinung bei den wasserbewohnenden Wirbeltieren hervorruft, d. h. mit der hier stattfindenden Konzentration der Empfindung der von der Seitenlinie, als polymeres Sinnesorgan, übermittelten Reize, mit anderen Worten, mit der Bildung des Plexus N. lateralis, und die Anzahl der am Aufbau des Ganglion N. accessorii teilnehmenden Ganglien der Anzahl der den Plexus N. lateralis bei den Vorfahren der Wirbeltiere im Moment der Umbildung dieses sensiblen Plexus in den motorischen des N. accessorii Willisi bildenden Ganglien gegenüberzustellen. So haben wir die Berechtigung, den motorischen Teil des Plexus N. accessorii beiseite lassend, die Anzahl der an der Bildung des polymeren Ganglions desselben teilnehmenden Ganglien mit der Anzahl der das polymere Ganglion des N. lateralis der wasserbewohnenden Wirbeltiere bildenden Ganglien zu vergleichen.

Auf diese Weise kommen wir zu dem Schluss, dass die Umbildung des N. lateralis bei den Vorfahren der Säugetiere äusserst früh seinen Anfang nahm, als sich den ursprünglichen Komponenten dieses Plexus nur erst ein oder, wie dies beim Menschen der Fall ist, zwei Rückenmarksganglien zugesellt hatten. In diesem Zustande treffen wir heute den N. lateralis ausser bei den Säugetieren bei den Amphibien und dem Neunauge an.

Noch ein höchst wichtiger Umstand führt uns zur Ueberzeugung von der Umwandlung des N. lateralis in demselben Entwickelungsstadium wie bei den Neunaugen und Amphibien, nämlich die Unabhängigkeit des N. accessorius von dem Vagus. In der Tat treffen wir einen unabhängigen N. lateralis nur bei den Vertretern der oben genannten Gruppen an. Bei sämtlichen Uebrigen tritt der N. lateralis schon als Seitenart des Vagus auf, der von dem Hauptstamme dieses Nervs hinter dem polymeren Ganglion desselben abgeht. Und nur bei den Amphibien und Neunaugen ist der N. lateralis, wie aus

dem Schema № 1, *a* Taf VIII a ersichtlich, völlig von dem Hauptstamme des Vagus unabhängig. Dieser Umstand berechtigt uns im Verein mit den obigen Tatsachen dazu, den N. accessorius der Säugetiere als in einen accessorischen motorischen Nerv in dem Entwickelungsstadium, in dem wir ihn bei den Neunaugen und Amphibien antreffen, umgewandelten N. lateralis anzusehen. Bei den Haien begegnen wir bereits einem sehr bedeutenden Uebergreifen des Plexus N. lateralis nach hinten, welches je nach der Art bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Am meisten verbreitet ist bei ihnen der Anschluss von fünf hinteren Ganglien, welche Zahl auch dem Schema № 3 zugrunde liegt. Gleichzeitig entspringt der N. lateralis bei diesen Tieren bereits vom Hauptstamm des Vagus als lateraler, hinter dem epibranchialen polymeren Kern dieses Nervs abgehender oberflächlicher Seitenart desselben. Infolgedessen gewinnen wir den Eindruck des Vorhandenseins einer dorsalen gangliösen Commissur, welche die Ganglien N. glossopharyngei und Vagi und die fünf hinteren Rückenmarksganglien mit einander verbindet, an Stelle des einfachen Plexus der dorsalen sensiblen Wurzeln, der uns in den vorhergehenden Stadien des N. lateralis entgegentritt. Diese Commissur wird als hintere N. vagi bezeichnet, doch repraesentiert dieselbe, wie wir dies oben gesehen haben, den Plexus N. lateralis, welcher sich dem Vagus angeschlossen hat.

Bei den Vögeln sehen wir die Umwandlung in einen motorischen eines ähnlichen bedeutenden Plexus N. lateralis. Während der Embryonalentwickelung sehen wir sich fünf Ganglien dieses Plexus, welche die sensorische Commissur oder mit anderen Worten den sensorischen Plexus N. lateralis bilden, anlegen. An der Bildung des letzteren nehmen in der Regel die fünf Rückenmarksganglien und die dorsalen Ganglien des Vagus und Glossopharyngeus Anteil. Die beiden letzteren sinken dank ihrer Verschmelzung mit den epibranchialen Ganglien ihres Segmentes in die epibranchiale Region herab und ziehen auch die Verbindung zwischen den dorsalen Ganglien Vagi und Glossopharyngei nach sich. Im Laufe der weiteren Entwickelung macht sich eine allmähliche Umwandlung der sensorischen Commissur in eine motorische geltend und wir treffen auch beim erwachsenen Vogel, z. B. bei den Raubvögeln, auf solche Verhältnisse. Zu dieser Zeit macht sich bisweilen eine Separation der dorsalen motorischen Wurzeln der hinter dem fünften Ganglion

der Commissur gelegenen Segmente bemerkbar. Dieser Anschluss zeigt durchaus Uebereinstimmung mit dem der dorsalen motorischen Wurzeln der hinteren Segmente bei der Bildung des N. accessorius der Säugetiere. Ebenso wie dort werden die dorsalen Ganglien auch hier reduziert, wobei sie ihre Unabhängigkeit von den Ganglien der Commissura N. vagi bewahren. Nur bei gewissen Vögeln, bei denen als individuelle Abweichung die Anlage der dorsalen sensorischen Kommissur N. vagi in sechs Segmenten vorkommt, macht sich der Anschluss des ersten dieser Ganglien, welcher nun das sechste Ganglion der Kommissur bildet, bemerkbar. Doch zeigt der Anschluss dieses Ganglions einen Charakter, der uns dazu berechtigt dasselbe als wahren Bestandteil des Plexus N. lateralis dieser Vögel im Anfangsmoment seiner Umbildung anzuerkennen und seine spätere Assimilierung durch die Commissur dieses Nervs steht ausschliesslich mit seiner späteren Assimilierung durch den Plexus N. lateralis bei den Vorfahren der Vögel im Zusammenhange.

Beim Huhn erleidet die motorische Kommissur des Vagus, wie aus dem Schema № 4, *b* ersichtlich, weiterhin einen völligen Zerfall. Von dem Plexus N. lateralis bleibt nur eine Spur in Gestalt der Commissur zwischen dem Vagus und Glossopharyngeus und unbestimmte gangliöse Anhäufungen an den Wurzeln N. vagi bestehen.

An Stelle der motorischen Elemente der dorsalen Commissur treten, wie bereits mehrmals erwähnt, die motorischen Vaguswurzeln, welche von dem polymeren motorischen Kern dieses Nervs gebildet werden. An der Bildung dieses letzteren nehmen auch die motorischen Kerne der hinteren Segmente, welche accessorische Bündel in die motorische Commissur des Vagus entsenden, und die ventralen Abschnitte der Kerne der ersten vier Segmente Anteil.

In der Bildung einer bedeutenden hinteren Commissur des N. vagus haben wir, auf Grund derselben obigen Erwägungen, einen deutlichen Hinweis auf den Bau des Plexus N. lateralis bei den Vorfahren der Vögel im Moment ihres Ueberganges zum Landleben und folglich der Umbildung des sensorischen Plexus N. lateralis in die motorische Commissur N. vagi der Vögel vor uns. Wir sind infolgedessen durchaus im Recht die Behauptung aufzustellen, dass der Uebergang der Vorfahren der Vögel zum Landleben während eines bedeutend höheren Differenzierungsstadiums des Plexus N. la-

teralis stattfand als bei den Vorfahren der Wirbeltiere, als nämlich die Zahl der am Aufbau derselben teilnehmenden Ganglien bereits fünf-sechs erreicht hatte.

Ein Uebergangsstadium zwischen den Säugetieren und Haien beobachten wir bei den Teleostiern und Ganoiden.

Plexus n. vagi.

Von den übrigen Plexi verdient das meiste Interesse der das polymere epibranchiale Ganglion des Vagus bildende Plexus der hinteren epibranchialen Ganglien. Den Plexuscharakter bewahren hier nur äusserst wenige Formen. Am deutlichsten kommt derselbe bei manchen Haien, so z. B. den Notidaniden, zum Ausdruck.

Bei diesen Haien weist ein jedes, an der Bildung des Plexus N. vagi teilnehmendes epibranchiales Ganglion eine selbständige Wurzel auf. Da diese selbständigen Wurzeln bei *Acanthias*, nach welchem das Schema № 3 entworfen ist, fehlen, so habe ich dieselben durch eine blaue unterbrochene Linie wiedergegeben. Die Anzahl dieser Wurzeln ist bei den Haien eine schwankende, im Zusammenhang sowohl mit der Anzahl der epibranchialen Ganglien (bei *Heptanchus* erreichen die Wurzeln die Anzahl sechs), als auch mit dem Umbildungsgrade dieses Plexus in das polymere epibranchiale Ganglion N. vagi.

Diese Umbildung nimmt mit den hinteren Ganglien ihren Anfang und kommt in dem Verlust der selbständigen Wurzeln seitens derselben zum Ausdruck. Am Beginn dieses Prozesses treffen wir die vorderen Ganglien noch völlig selbständig und mit den hinteren durch eine Commissur in Verbindung stehend an. In diesem Stadium begegnen wir dem polymeren epibranchialen Kern, ausser bei den Haien, im Embryonalleben gewisser Reptilien, z. B. *Emys* und *Tropidonotus*. Im weiteren Verlauf findet eine Reduktion sämtlicher selbständiger Wurzeln ausser der vordersten, welche die eigentliche Wurzel des polymeren epibranchialen Ganglions N. vagi bildet, statt. In diesem Stadium treffen wir den Plexus N. vagi bei den meisten Wirbeltieren mit Kiemenatmung an, so z. B, beim Neunauge (Schema № 1, a), bei *Acanthias* (Schema № 3), bei den Teleostiern, bei den Ganoiden und im embryonalen Zustande bei

sämtlichen Wirbeltieren. so bei den Vögeln (Schema № 4, a), bei den Säugern (Schema № 1, b).

Bei sämtlichen Landtieren tritt an Stelle dieses Stadiums das folgende, durch die Reduktion des Kiemenapparates veranlasste. Sämtliche epibranchiale Ganglien des Plexus N. vagi verschmelzen bei denselben zu einem polymeren Ganglion, wie wir dies auf dem Schema № 4, b sehen. Bei manchen Vögeln, so z. B. bei Huhn, ebenso wie bei manchen Säugern, wie z. B. beim Schwein, leitet dieses Stadium bereits eine embryonale Entwickelung des polymeren Ganglions N. vagi ein und auf seinen polymeren Ursprung können wir, abgesehen von den vergleichend-embryologischen Daten, nur aus der Bildung von Nervenästchen längs den Kiemenbögen seitens dieses Nervs schliessen. Einen weiteren Schritt vorwärts bietet die Verschmelzung des polymeren Ganglions N. vagi mit dem Ganglion N. glossopharyngei, welche sich bei manchen Reptilien, z. B. bei *Tropidonotus* und bei den meisten Amphibien beobachten lässt. Vom Interesse ist die Variabilität der hinteren epibranchialen Ganglien, durch welche sie sich scharf von ihren vorderen Homologa unterscheiden. In der Tat bleibt das epibranchiale Ganglion des sechsten Segmentes bei sämtlichen Wirbeltieren erhalten, trotzdem die rezenten Wirbeltiere hier keine Kiemenspalte aufweisen, während die hinteren epibranchialen Ganglien des Vagus ausschliesslich im Zusammenhange mit der einen oder anderen Anzahl von Kiemenspalten auftreten. Infolgedessen ist ihre Zahl ungeheuren Schwankungen unterworfen. Es genügt darauf hinzuweisen, dass wir bei den verschiedenen Arten der Haie Schwankungen in den Grenzen von vier bis sechs begegnen.

Das völlige Fehlen bei den wasserbewohnenden Wirbeltieren mit herabgesetzter Kiemenspaltenzahl, wie z. B. bei den Haien mit fünf (das Spiraculum excl.), den Teleostien ebenfalls mit fünf und Polypterus mit nur vier (excl. Spiraculum) Kiemenspalten, einer Anlage im Embryonalleben der verschwundenen Spalten und der mit ihren verloren gegangenen epibranchialen Ganglien und andererseits das höchst konstante Auftreten bei den terrestren Wirbeltieren, trotz dem bei ihnen stattfindenden Verschwinden der Kiemenspalten im erwachsenen Zustande, einer für jede Tierklasse durchaus beständigen Anzahl von Spalten und epibranchialen Ganglien (bei dem die Anlage der hinteren Spalten steht nicht zusammen mit der

Korrelativen Erscheinungen) berechtigt uns, wie mir scheint, zu der Annahme von der allmählichen Verbreitung der Kiemenspalten nach rückwärts bei den Wasserwirbeltieren, welche auch die Bildung der hinteren epibranchialen Ganglien veranlasste. Gleichzeitig können wir, in Anbetracht der Stabilität der Kiemenspalten und Epibranchialganglien bei den terrestren Wirbeltieren, wohl annehmen, dass die bei der betreffenden Art zur Anlage gelangende Anzahl dieser Gebilde auch der Maximalzahl der bei den Vorfahren derselben vorhandengewesenen entspricht. Wir sind nicht berechtigt von der allmählichen Einschränkung des Kiemenapparates bei den Wirbeltieren zu sprechen, da wir bei keinem einzigen Wirbeltier mit reduzierter Kiemenspaltenzahl die Anlage einer grösseren Anzahl derselben während der Ontogenese und deren allmähliche Reduktion bis zu der beim erwachsenen Tier funktionierenden Anzahl konstatieren können. Im gegebenen Falle gewinnen die Daten der Ontogenese umsomehr Bedeutung, als die Anzahl der Kiemenspalten nicht nur in den Grenzen einer Ordnung oder Klasse, sondern sogar einer Familie eine schwankende sein kann, als diese Schwankungen nur bei wasserlebenden Wirbeltieren mit funktionierenden Kiemenapparat auftreten, als sie nur bei sehr alten Gruppen vorkommen, als die Palaeontologie diese Frage offen lässt, als bei Landwirbeltieren mit nicht funktionierendem, im erwachsenen Zustande zugrundegehendem Kiemenapparat die Kiemenspalten doch zur Anlage kommen und zwar im den Grenzen der Klasse in sehr konstanter Anzahl.

Auf Grund all' dieser Erwägungen sind wir, wie mir scheint, zu der Annahme berechtigt, dass der Kiemenapparat sich bei den Wirbeltieren allmählich von vorn nach rückwärts erweitert hat und weiter, dass die Anzahl der Kiemenspalten bei den Vorfahren der Wirbeltiere niemals die bei den heutigen Wirbeltieren auftretende Anzahl überschritten hat, da sich bei ihnen nicht die Anlage einer grösseren Spaltenzahl in der Ontogenese konstatieren lässt, trotzdem bei den Landwirbeltieren die nicht funktionierenden Spalten zusammen mit ihren accessorischen Gebilden äusserst konstant zur Anlage kommen.

Drittens dient die Anzahl der bei den Landwirbeltieren zur Anlage kommenden Kiemenspalten infolgedessen als Hinweis auf die Anzahl derselben bei ihren Vorfahren beim Uebergange aufs Land

(beim Uebergange von der Kiemen-zur Luftatmung), denn diese Zahl tritt mit grösster Beständigkeit im Laufe der Evolution der Landtiere auf; so begegnen wir z. B. bei sämtlichen Reptilien und Vögeln stets ein und derselben Zahl fünf (incl. Spiraculum). Das Auftreten bei sämtlichen, ausserordentlich weit von einander entfernten Zweigen der Sauropsida ein und derselben Spaltenzahl, weist deutlich auf die Beständigkeit der Anlage des Kiemenapparates hin, umsomehr, als derselbe bei ihnen nicht funktioniert.

Plexus rami ophtalmici n. trigemini.

Ausser diesen Plexi des vierten Ventrikels haben wir noch zwei ebensolche im Bereich der mittleren Hirnblase. Es ist der Plexus des R. ophtalmicus N. trigemini und derjenige des Oculomotorius. Nur dem ersten gebührt eine nähere Beachtung.

Der Plexus R. ophtalmici steht, zum Unterschiede von den vorhergehenden, augenscheinlich nicht zu der Bildung eines komplizierten polymeren Reflexes in der Tätigkeit des Nervs selbst in Beziehung, sondern stellt nur eine Verschmelzung der freibleibenden Reste der sensiblen Ganglien dieser Segmente dar. In dieser Hinsicht lässt er sich durchaus mit dem Plexus des Abducens parallelisieren. Infolgedessen begegnen wir hier einer ganzen Reihe von allen möglichen Swankungen in den Wechselbeziehungen dieses polymeren Ganglions zu den umliegenden Nerven, welche damit zusammenhängen. Als Grundkern müssen wir aller Wahrscheinlichkeit nach das Ganglion des sechsten Segmentes ansehen, welches mit dem Ganglion R. ophtalmici N. facialis des siebenten Segmentes, das wir bei gewissen Tierklassen mit stark ausgebildeten Schleimkanälen antreffen. Diesem Grundkern eben haben sich dann später die Ganglien des fünften, vierten und in manchen Fällen auch das des dritten Segmentes zur Bildung des komplizierten Ganglions R. ophtalmici angeschlossen. Auf diese Weise entwickelt sich der Plexus hier nicht innerer Ursachen wegen, sondern ausschliesslich unter dem Einflusse äusserer, die Ausschliessung der dorsalen Ganglien aus dem Reflexcyclus ihres Segmentes veranlassender Bedingungen. Darunter ist nicht die Evolution dieses Plexus zusammen mit der Entwickelung irgendwelcher zentralisierten Täthigkeit des Ganglion

r. ophtalmici sich bezeichnet, sondern nur, als eine systematische mechanische Vereinigung von freien Resten der Dorsalganglien und ihren Befreiung von mechanischer Vereinigung mit motorischen Wurzeln dieser Segmenten.

Die Abgliederung des Kopfes.

Ehe ich zur letzten Frage, die mit der Morphogenese des Nervensystems im Zusammenhang steht, nämlich zu Bestimmung der Segmentenzahl, die am Aufbau des Kopfes der Wirbeltiere teilnehmen, übergehe, halte ich es für geboten dem einige meiner theoretischen Grundsätze der Analyse eines Abschnittes des Organismus, der einen vielgliedrigen Komplex einzelner Organsysteme umfasst, vorauszuschicken.

Wie am Anfang dieses Kapitels bereits erwähnt wurde, müssen wir beim Studium eines jeden einzelnen Organsystems bestrebt sein die allgemeine Grundlage desselben bei sämtlichen zu vergleichenden Tierformen zu finden und den ganzen Aufbau desselben bei diesen Tieren dann als eine Reihe von sekundären Wandlungen dieses Grundplanes ansehen, die eine jede von der für alle in Betracht kommenden Tiere gemeinsamen Grundform abstammt und die zur endgültigen Bildung der zu vergleichenden Tierformen geführt haben. Je älter nun das von uns betrachtete Organsystem ist, eine um so grössere Anzahl von Tierformen wird natürlich in den Kreis unseres Studiums gezogen werden, wobei es möglich sein wird einen gewissen Grundplan in ihrem Bau herauszuschälen, umsoweniger wird dieser allgemeine Bauplan von dem direkten Einflusse der veränderten Lebensbedingungen abhängig sein, indem er gewissermassen nur eine allgemeine bestimmende Bedeutung für den Bauplan gewinnt, und eine um so grössere Unbeweglichkeit wird er den späteren Evolutionsprozzen entgegensetzen. Je neueren Ursprungs dagegen das betreffende Organsystem ist, in je näherer Beziehung dasselbe zu den Lebensbedingungen bestimmter spezialisierter Gruppen steht, eine desto geringere Anzahl von Tierformen wird dabei in Frage kommen, umsomehr wird dieselbe in Abhängigkeitsbeziehungen zu den näheren Faktoren der Evolution dieser Formen

stehen und ein umso reichhaltigeres Material kann dasselbe zur Vergleichung jüngerer kleinerer Cyklen oder, mit anderen Worten. in den Grenzen engerer systematischer Einteilungen liefern. In denselben Bedingungen wie diese Gruppe von Organen befinden sich auch die späteren Erwerbungen des Grundplanes des Baues der alten Organsysteme, die nicht mit Wandlungen in diesem Grundplan im Zusammenhange stehen und nur als sekundäre Neubildungen, wie z. B. die komplizierten Koordinierungszentren des Nervensystems (Hemisphären, Cerebellum etc.), auftreten.

Auf diese Weise erhalten wir beim eingehenden Studium einer Gruppe von Tieren die sinnfälligste Reihe von Uebergängen in den Organsystemen jüngeren Ursprungs, die nur verhältnissmässig wenige accessorische, verdunkelnde Merkmale gewonnen haben (besonders bezieht sich dies auf das vergleichend-anatomische Studium, dessen man sich meistens bedient), und infolgedessen sind es gerade diese Organsysteme, die wir zur engeren Einteilung zu Hülfe nehmen. In den alten Organsystemen stossen wir dagegen auf äusserst weitgehende sekundäre Erscheinungen, so dass dadurch die Herausdifferenzierung der Prototypen bedeutend und folglich auch der durch dieselben verbundenden Gruppen von Tierformen erschwert wird, doch gestatten sie uns dafür die Bestimmung weit zurückliegender Verzweigungen oder, mit anderen Worten, weiter systematischer Gruppen, in denen sie allein uns befähigen Konvergenzerscheinungen in den anderen Organsystemen wahrzunehmen.

Dank ihrer hauptsächlichen Bedeutung zur Verbindung älterer werzweigungen durch gemeinsame Strukturprototypen dieser Organsysteme und zur Bestimmung der Divergenz dieser Verzweigungen in älteren Evolutionsstadien kann hier nur das vergleichende Studium der Ontogenese Anwendung finden, denn nur durch diese Methode lässt sich der gemeinsame Prototypus mit genügender Genauigkeit feststellen und die Hauptrichtungen der Abweichungen von demselben im Bau dieser Organe, welche in einer jeder dieser Verzweigungen die für dieselbe bezeichnenden Eigentümlichkeiten im Bau der später auftretenden Organsysteme bestimmen, nachweisen.

Stellen wir als Beispiel das Nervensystem und das Skelett der Wirbeltiere einander gegenüber. Beide sind für diese Tiergruppe äusserst charakteristisch, doch ist das zweite Organsystem nunmehr

für den völlig nach dem Wirbeltierplan ausgebildeten Organismus typisch, während das erstere eine Verbindung dieser Gruppe mit den anderen Typen herstellt. Da die Ausbildung des Skelettes zudem noch in bedeutendem Masse um das Nervensystem herum (Schädelkapsel, Wirbelsäule) stattfindet, so sind wird durchaus berechtigt zu sagen, der Bau des Nervensystems habe denjenigen der sich um dasselbe herum entwickelnden Skelettelemente bestimmt und folglich musste die Neuerwerbungen zu dem Bau des Prototypus des Nervensystems der Wirbeltiere, welche im Entstehungsmoment der Skelettelemente um dasselbe bei den Stammeltern der Wirbeltiere den letzteren Elementen ihren Stempel aufdrücken. Beim vergleichenden Studium dieser Organsysteme müssen wir infolgedessen in erster Linie die Frage von den Wechselbeziehungen derselben zueinander und von ihrem Einflusse aufeinander aufwerfen. Im gegebenen Falle sehen wir das Nervensystem einen direkten mechanischen Einfluss auf das Skelett, denn letzteres umwächst die Organe des Nervensystems, und einen indirekten durch Vermittelung der durch die motorischen Kerne innervierten Muskeln ausüben. Die Anpassung dieser Kerne an neue, mit der Tätigkeit dieser Muskeln nicht im Zusammenhang stehende Funktionen ruft durch die Reduktion derselben auch Veränderungen im Bau des sie fixierenden Skeletts hervor. Andererseits ist jeglicher Einfluss in der entgegengesetzten Richtung ausgeschlossen, denn weder das Vorhandensein, noch das Fehlen des einen oder anderen Skelettgebildes übt weder einen direkten, noch einen indirekten Einfluss auf die Tätigkeit und folglich auch auf den Bau des Nervensystems aus. Infolgedessen sind wir beim vergleichenden Studium dieser beiden Organsysteme in erster Linie genötigt die Grundcyklen auf Grund des Baues des Nervensystems festzustellen und erst dann innerhalb der Grenzen derselben uns bei der engeren Einteilung auf das Skelett zu stützen, da wir im letzteren Falle uns des Nervensystems, dank dessen Kompliziertheit und dem Fehlen infolgedessen eines passenden Kriteriums, zu bedienen noch nicht imstande sind.

Auf diese Weise gelangen wir beim Uebergange von den weiteren systematischen Einteilungen zu den engeren oder, mit anderen Worten, von den Verzweigungen erster zu denen zweiter Ordnung allmählich zu Organsystemen, denen eine spezielle Bedeutung im Leben einer jeden dieser kleineren Einteilungen zukommt und die

infolgedessen die feineren Details herauszudifferenzieren destatten, welche uns in den im Vergleich zu denselben äusserst konstanten und komplizierten alten Organsystemen entgehen.

Ganz augenscheinlich ist dabei, dass der Abstand in der Struktur von dem seines Prototypus in dem von uns als Entstehungsursache der alten Haupteinteilungen angesehenen primären Organsysteme nicht in irgend einem ursächlichen Zusammenhange mit dem Abweichungsgrade der anderen, mit denselben nicht in direkten Wechselbeziehungen stehenden Organsysteme von deren Prototypus steht. Wenn wir andererseits einen gewissen Isochronismus der miteinander nicht durch direkte Einflüsse aufeinander im Zusammenhang stehenden Organsysteme annehmen, so müssen wir im Gegenteil eher zu dem Schlusse gelangen, dass eine geringere Spezialisierung der sekundären Organsysteme in den Zweigen mit stark abweichend gebauten primären Systemen als wahrscheinlich voraussetzen, denn hypothetisch mussten die sekundären Organsysteme in diesen Zweigen später auftreten. Wie ich jedoch oben bereits erwähnte, lässt sich im Verlauf der Evolution kein Isochronismus erkennen und der Evolutionsgrad irgend eines Organsystems lässt sich infolgedessen in keinerlei Beziehungen zu dem eines anderen bringen, ausser in gewissen engbegrenzten Gebieten, wo die verschiedenen Organsysteme mit einander durch das Gesetz der Notwendigkeit verbunden sind, wie z. B. zum Teil die Anzahl der Segmente des Kopfabschnittes des Nervensystems mit der Fortsetzung der Schädelhöhle nach hinten.

Bestimmen wir nun die betreffenden Organismen oder, wie dies im gegebenen Falle zutrifft, Teile des Organismus, die sich aus einer gewissen Summe von Organsystemen aufbauen, durch eine Reihe von auf einer geschlossenen Linie befindlichen Punkten, wobei wir mit einem jeden Punkt die Vorstellung von dem Bau eines bestimmten Organsystems verbinden, und durch einen gewissen, ausserhalb dieser Linie liegenden Punkt, so werden wir, wenn wir so den Bau des Prototypus der Gruppe, zu dem die in Frage kommende Tierform gehört (als hypothetische Grösse, welche die Grundstrukturen zusammenbindet bezeichne ich ihn durch einen Punkt), bestimmt haben, die diese Organsysteme bezeichnenden Punkte in verschiedenem Abstande vom Prototypus anordnen müssen, so dass wir infolgedessen beim Vergleich mehrerer, durch denselben Prototypus ve-

reinigter Tierformen uns genötigt sehen werden für ein jedes Organsystem eine Reihe von zu einander in keinerlei notwendigen Abhängigkeitsbeziehungen, ausser den oben erwähnten, aus der inneren Natur der betreffenden Organsysteme folgenden, stehenden Uebergängen aufzustellen. Die Bestimmung dieser, durch den mechanische Uebereinstimmung mit der Evolution des anderen Organsystemen erforschen kann.

Als auf ein Beispiel einer solchen Erscheinung, wo die Reihen von Uebergängen zwischen zwei Organsystemen, die mit einander zwar nicht durch die Notwendigkeit einer korrelativen Evolution verbuden sind, sich jedoch sehr nahe stehen, einander kreuzen, kann auf die Evolution des äusseren Abschnittes des Geruchsapparates hingewiesen werden.

In den obigen Ausführungen hatten wir mehr als einmal Gelegenheit, auf das Vorhandensein von Uebergängen zwischen Neunauge, Schwein, Vogel und Hai in der erwähnten Richtung hinzuweisen, wobei wir zwischen den beiden letzteren Tierformen in mancher Beziehung auf Aehnlichkeiten stossen, die sich einer völligen Uebereinstimmung nähern.

Rufen wir uns diese hauptsächlichsten und angenfälligsten Uebergänge in Kürze ins Gedächtniss zurück:

Erstens die allmähliche Verschmelzung des Ganglion R. maxillaris mit dem G. Rami mandibularis N. trigemini.

Zweitens die Uebertragung der Kerne des N. abducens auf die hinteren Segmente.

Drittens die Uebertragung nach hinten der Kerne des N. hypoglossus.

Viertens die Verbreitung der Spezialisierung der dorsalen Ganglien als Ganglien N. lateralis auf die hinteren postvagalen Ganglien.

Fünftens die allmähliche Bildung des polymeren motorischen Ganglions N. vagi.

Dem kann man noch die allmähliche Vergrösserung der relativen Dimensionen des Auges und der Lobi optici bei den Embryonen im Verhältniss zu den allgemeinen Dimensionen des Gehirnes hinzufügen.

Eine ganz entgengesetzte Richtung schlägt die Reihe der Uebergänge zwischen diesen vier Tierformen in Bezug auf den Abweichungsgrad des Baues des Geruchsapparates ein, sowohl in seinem

cerebralen, als auch in seinem äüsseren Abschnitt, den gegenseitigen Beziehungen zwischen den Riechgruben und dem äusseren Medium.

Beim Flussneunauge wird die Bildung der Riechgruben von dem Auftreten einer eigenartigen, der Rachenhöhle zuwachsenden und hinter dem Infundibulum, zwischen Chorda und Darm, als Blindsack endigenden Ausstülpung, begleitet. Diese Ausstülpung wird meist als Homologen der Hypophyse der Gnathostomen aufgefasst, obwohl mehrere Forscher bereits die Voraussetzung aussprachen, es läge hier die Möglichkeit einer Homologie mit den äusseren Nasengängen der Gnathostomer vor. Dieser letzteren Auffassung schliesse ich mich durchaus an und zwar aus folgenden Gründen: erstens das Vorhandensein bei den Myxinoiden einer offenen Verbindung des Lumens dieser Ausstülpung mit der Darmhöhle; zweitens das Vordringen dieser Ausstülpung weiter als das Vorderende der Chorda und die Endigung derselben bei Petromyzon und Myxine nicht zwishen Darm und Infundibulum vor der Chorda, sondern zwichen Darm und Chorda hinter der Vorderende der letzteren und dem Infundibulum; drittens das von *Kupfer* für Petromyzon nachgewiesene Vorhandensein im Laufeder Embryonalentwickelung einer Darmausstülpung, des präoralen Darmes nach *Kupfer*, welche sich dem Infundibulum genau so anlegt, wie wir dies bei den Gnathostomen in den Hypophysen und später bei dem Auswachsen der Ausstülpungen der Riechgruben nach hinten beobachten können, und augenscheinlich unter dem Einflusse rein mechanischer Ursachen reduziett wird; viertens das Vorhandensein an der Dorsalseite dieser Ausstülpung oder Ganges einer unpaarigen Falte, die gewissermassen seine Zweiteilung einleitet und in ihrer Ausbildung an das Septum der Säugetiere erinnert, welches bei denselben die Nasengänge vor einander trennt: fünftens die Anlage dieses Gebildes bei *Bdellostoma* nach den Befunden Kupfers nicht in Form einer Ausstülpung, sondern als aus den Riechgruben in die Mundhöhle eindringenden Ektodermfalte, die in ihrem weiten Auseinandertreten schon zweifellose Merkmale ihres paarigen Ursprunges offenbart.

Auf die Entwickelungsgeschichte dieses Ganges bei Bdellostoma ist es der Mühe wert etwas näher einzugehen, denn hier treten uns bereits gewisse Erscheinungen entgegen, die es gestatten die Bildung dieses Gebildes mit derjenigen der Nasengänge der Säugetiere und, durch Vermittelung der letzteren, auch der beiden

anderen Formen in recht nahe Beziehung zu bringen. Die Bildung einer Röhre aus dieser Falte, oder wie wir wohl in Anbetracht ihres Auseinandertretens sagen können, diesen Falten, findet durch die Schliessung ihrer äusseren Ränder und die dadurch stattfindende Ablösung einer inneren Höhle, d. h. also den Prozess statt, der durchaus der Bildung der Nasengänge bei den Säugetieren, Vögeln u. s. w. entspricht. Dabei macht sich, ebenso wie bei den Säugetieren, eine Wucherung des Mesenchyms um die Riechgruben bemerkbar, diezur Bildung eines eigentümlichen Rostrums führt, das in der Mitte von der Falte—der Ganganlage durchsetzt wird. Die Riechgruben

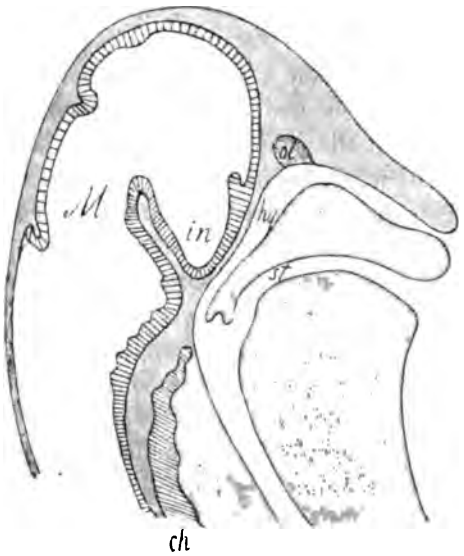


Fig. 25.

finden sich infolgedessen an der Basis des Rostrums iu der Masse seines Gewebes eingebettet und stehen durch einen eigenen langen, an der Spitze des Rostrums nach aussen mündenden Kanal mit dem äusseren Medium in Verbindung. Sowohl dieser Kanal, als auch der Gang der sog. Hypophysi wird durch eine Längsfalte der Dorsalseite in zwei Abschnitte eingeteilt, die auf die ursprüngliche Paarigkeit hindeuten. Die dabei beobachtete allgemeine Anordnung der einzelnen Elemente des ganzen Apparates ist, wie die der Zeichnung Kupfers nach dem Hertwig'schen „Handbuch's" entnommene Textfig. 25 zeigt, durchaus mit der Anordnung der einzelnen

Elemente im Geruchsapparat der Säugetiere übereinstimmend, wie auch aus dem Vergleich der eben erwähnten Abbildung mit den Rekonstruktionen № 116 Taf. 8 hervorgeht. Der ganze Unterschied besteht nur in der Unpaarigkeit des Ganges, die wir wohl als sekundär anzusehen berechtigt sind, in Anbetracht sowohl der Paarigkeit der Riechgruben, als auch der undeutlichen Einteilung dieses bei den Cyclostomata, deren ich schon oben erwähnte.

Bei den Säugetieren begegnen wir Verhältnissen, die sich den eben für die Myxinoiden beschriebenen äusserst nähern. Die Geruchsfalten sind hier einander noch sehr genähert und nehmen in der Nähe der Medianlinie Stellung. Die rostrale Mesodermwucherung findet zwischen ihnen nicht statt, wie wir dies weiter unten bei den Vögeln und Haien sehen werden, wo dieselbe ein Auseinanderschieben der Riechgruben und der Falten nach den Seiten veranlasst, sondern umhüllt dieselben im Gegenteil, so dass die Riechgruben sehr tief zu liegen kommen und mit dem äusseren Medium durch einen langen an der Spitze des Rostrums nach aussen mündenden Kanal verbunden werden, wie dies aus der Rekonstruktion № 1 b (Schwein) und der der Arbeit Kupfers entnommenen Textfig. 25 (Bdellostoma) ersichtlich ist.

Beim Huhn sind die Riechgruben, wie wir uns oben schon überzeugen konnten, stark nach den Seiten auseinandergeschoben und liegen zu beiden Seiten der rostralen Wucherung (des Schnabels), welche sie eben nach den Seiten verschiebt. Gleichzeitig bewahren die Riechgruben hier bereits eine im Vergleich zu den Säugetieren oberflächliche Lage und stehen nie durch einen am Ende des Rostrums nach aussen mündenden Kanal mit dem äusseren Medium in Verbindung. Ihre Oeffnungen münden an den lateralen Seiten des Rostrum aus.

Bei den Haien begegnen wir einem weiteren Fortschritt in dieser Richtung. Die Riechgruben sind hier noch mehr nach den Seiten hin auseinandergeschoben und haben ganz an den Seiten des Rostrums Stellung gepasst. Die Geruchsfalten sind noch schwächer ausgebildet und bilden keine rechten Nasengänge. Sie bleiben das ganze Leben hindurch als Rinnen, die von den Riechgruben aus in die Mundhöhle eindringen, erhalten. Die Riechgruben liegen hier noch oberflächlicher und münden selbständig nach aussen.

Die weiteren Veränderungen haben für uns kein Interesse, da sie

sich auch in anderen Klassen beobachten lassen, und ich will auf dieselben nur als auf das Endstadium in dieser Richtung hinweisen. Wir begegnen demselben bei den Teleostiern, wo wir es mit dem völligen Verschwinden der in die Mundhöhle eindringenden Geruchspalten, und gewissermassen dem Beginn ihres Auftretens in Gestalt der medianen Verwachsung der gegenüberliegenden Riechgrubenwandungen miteinander und der Bildung infolgedessen zweier unabhängiger mit dem äusseren Medium in Verbindung stehender Oeffnungen und endlich mit dem endgültigen Fehlen jeglicher Andeutung der Bildung von Nasenkanälen zu tun haben.

Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist der Umstand, dass in derselben Richtung ein allmähliche Herabsetzung des Erhaltungsgrades seitens der Lobi olfactorii ihrer primitiven Funktionsfähigkeit als Sinnesorgane stattfindet. Doch lässt sich diese Herabsetzung nur nach den Maxima der Erhaltung dieser Züge bei den Vertretern dieser Klassen erkennen, da die Lobi olfactorii bei den verschiedenen Ordnungen einen äusserst verschiedenen Entwickelungsgrad erreichen.

So begegnen wir dem Maximum unter den Teleostiern bei den Gadiden in Gestalt einer völligen Verschmelzung der Riechgruben mit den Lobi olfactorii, dem mittleren Zustand bei den meisten Teleostiern und der niedrigsten Stufe in Gestalt der völligen Absorption der Lobi olfactorii, ähnlich wie im Gehirn des Neunauges, bei den Tetrodontidae (*Fürbringer*).

Bei den Selachiern sehen wir ein hinter dem bei den Teleostiern beobachteten nicht zurückbleibendes Maximum bei den Notidaniden und in eigenartiger Form bei den Rajidae, eine mittlere Form bei den meisten Haien, z. B. den Scyllidae, und die unterste, die sich den bei den Neunaugen und Vögeln beobachteten Verhältnissen ausserordentlich nähert, bei Carcharias.

Bei den Sauropsida haben wir das Maximum bei Hatteria, das dem Maximum bei den Haien etwas nachsteht, die Mittelform bei den Crocodilia, Lacertilia Ophidia und das Minimum endlich bei den Vögeln.

Bei den Mammalia stimmt das Maximum mit der Mittelform der Haie und Sauropsida überein und ist keinen bedeutenden Schwankungen unterworfen. Bei den Neunaugen endlich gleicht das Maximum dem Minimum der Teleostier und Selachier (Carcharias).

Im Resultat erhalten wir eine vom Vorhergehenden völlig unabhängige Reihenfolge von Uebergängen im Bau des Geruchsapparates, die in Abhängigkeit von dem Abstande der von uns gewählten Vertreter der Wirbeltiere in der Richtung von den Haien zum Neunauge dank den regressiven Prozessen im Geruchsapparat im Zusammenhang mit der Einschränkung dessen Funktion als Sinnesorgan und seiner Anteilnahme als Hülfsapparat an der Atmung, steht. Die Ausbildung von Anpassungen an diese Funktion in den Nasengängen lässt sich eben in der geschilderten Richtung beobachten.

Ganz augenscheinlich würde uns die Anwendung der Methode der Koordination der Evolution eines Organsystems mit derjenigen anderer in einen groben Fehler verfallen lassen.

Auf diese Weise müssen wir beim vergleichenden Studium des Baues eines komplizierten Komplexes von Organsystemen, wie z. B. beim Studium eines ganzen Abschnittes des Wirbeltierkörpers, im gegebenen Falle also des Kopfes, das Studium der einzelnen, am Aufbau desselben teilnehmenden Organsysteme ganz unabhängig von einander durchführen und bei Vorhandensein systematischer Aufgaben uns zuerst über das relative Alter der einzelnen Organsysteme klar werden und folglich über deren Bedeutung als Kriterien zur Bestimmung der Cyklen der verschiedenen systematischen Einteilungen.

Das Vorhandensein dieser Auffassung bringt natürlich eine grosse Anzahl von Konvergenzerscheinungen in den sekundären jüngeren Organsystemen, wie z. B. dem Skelet, mit sich und in dieser Hinsicht sind die Daten der Paläontologie in Gestalt solcher Fälle, wie die konvergierende Bildung der perissodactylen Extremität bei den ausgestorbenen Pflanzenfressern Südamerikas Lithopterna, der flossenähnlichen Extremitäten bei Ophtalmosaurus und Cryptoclidus oder der Männchen Iso-formen (Iso - Bären, Iso - Caniden, Iso - Feliden) zwischen den Creodontia, von ungeheurer Wichtigkeit. Ebenso wahrscheinlich sind augenscheinlich konvergierende Prozesse in späteren accessorischen Neubildungen in den alten Organsystemen, wie z. B. im Nervensystem in den Koordinierungszentren, was wir auch in der Tat z. B. in der konvergenten Bildung der Cerebellum der Selachier (*Carcharias*) sehen.

Solche Fakten uberzeugen uns davon, dass die Konvergenz nicht

nur zu völliger funktioneller Gleichheit, sondern, bei einer gewissen Uebereinstimmung des allgemeinen Bauplanes, auch zur völligen Identität im morphologischen Bau nicht nur der Endphasen, sondern selbst der Zwischenstadien führen kann.

Ehe wir gleich zu der Bedeutung der Morphogenese des Nervensystems für die Lösung der Frage von der Anzahl der am Aufbau des Kopf-Komplexes teilnehmenden Rumpfsegmente übergehen, müssen wir zuerst uns über die Organsysteme, die eine Bedeutung für die Lösung dieser Frage haben, und deren relativen Wert klar werden.

Bei der Lösung der Frage von der Anzahl der am Aufbau des Kopfes teilnehmenden Segmente muss wie mir scheint vor allen Dingen Klarheit in die Frage gebracht werden, was wir eigentlich unter dem Kopfe verstehen und wodurch wir im Zusammenhange damit die Grenze zwischen dem von uns als Kopf unterschiedenen Körperabschnitt und dem eigentlichen Körper bestimmen.

Mir scheint die an und für sich sehr unbestimmte Bezeichnung „Kopf“ liesse sich mit vollem Recht durch den genaueren Terminus „Schädelkapsel“ ersetzen und unsere Aufgabe wäre dann die Bestimmung der Anzahl von Segmenten, über die sich die Schädelkapsel erstreckt. Mir erscheint eine solche Formulierung der Frage bedeutend richtiger, denn die Kopfgrenze bestimmen wir in allen Fällen des Studiums der Metamerie des Kopfes nach irgend einem Organsystem nicht durch mehrere Merkmale ihrer Struktur, sondern ausschliesslich durch den Occipitalbogen, und heben dadurch als Grundbegriff nicht die Summe der eigenartig umgestalteten verschiedenen Organsysteme, die sich zu einem eigenartigen Körperabschnitt herausdifferenziert haben, sondern den von der Schädelkapsel eingenommenen Körperabschnitt hervor.

Besonders scharf tritt die Notwendigkeit einer genaueren Definition hervor, wenn wir im Bau der anderen Organsysteme spezifisch ihrem Kopfabschnitt eigene Veränderungen in hinter dem Occipitalbogen gelegenen Segmenten erkennen, wie z. B. beim Neunauge beim postoccipitalen Angange des Vagus, oder im Gegenteil, im Falle der Bildung des Occipitalbogens hinter unveränderten Rumpfsegmenten, wenn wir in vor dieser Grenze gelegenen Segmenten dem Bau unveränderter Rumpfsegmente begegnen, wie wir dies bei den Haien, Teleostiern und besonders des Acipenseriden beobachten können. In diesen Fällen erkennen wir ganz klar, dass

die von uns gezogene Grenze eine künstliche ist und nur auf der Ausbildung des Occipitalbogens zwischen den einen oder anderen Segmenten beruht. Hier kann nur von der Erstreckung der Schädelkapsel auf die eine oder andere Anzahl von Segmenten die Rede sein, nicht aber des Kopfes als Komplex von Organen, die einen ganz spezifischen Bau erlangt haben.

Es scheint mir daher durchaus natürlich, dass sich die Aufmerksamkeit der Forscher der Metamerie des Kopfes in letzter Zeit hauptsächlich dem Nervensystem zuwendet, mit welchem die Bildung der Schädelkapsel als Skelettkapsel um den Vorderabschnitt des Nervensystems in engster korrelativer Beziehung steht.

Betrachten wir, um diesen Punkt näher zu erläutern die Hauptphasen der Bildung dieses speciphischen Abschnittes in seinem Ganzen.

Als Anfangsmoment seiner Herausdifferenzierung lassen sich folgende Punkte hervorheben: Erstens die Umbildung der niederen, nur an der Tätigkeit des segmentalen Reflexes teilnehmenden segmentalen Sinnesorgane in höhere Sinnesorgane, die schon mit den allgemeinen Reflexen des Nervensystems als Einheit in Verbindung stehen. Zweitens die damit im Zusammenhang stehende Umwandlung der übrigen Zentren des Reflexcyclus des Segmentes dieser Sinnesorgane in accessorische Zentren im neuen komplizierten Reflexcyclus oder, mit anderen Worten, in Koordinierungszentren. Drittens die Bildung komplizierter polymerer reflektorischer Cyklen, sowohl der motorischen im Zusammenhange mit der Tätigkeit des Kieferapparates und höheren Sinnesorgane, als auch der sensorischen im Zusammenhang mit der Konzentrierung am Vorderende des Körpers der Koordination der Bewegungen des ganzen Tieres; und endlich im Zusammenhange mit diesen zwei Prozessen die Herausdifferenzierung aus den dabei frei werdenden Zentren der engeren segmentalen Cyklen von polymeren Zentren, die in ihrer Tätigkeit mit diesen neuen polymeren Reflexen der sensorischen und motorischen Plexi zusammenhängen.

Der erste und zweite der erwähnten Umstände ruft unausbleiblich eine Reduktion der Muskeln des Segmentes hervor, dessen segmentaler Reflexcyclus durch den komplizierten allgemeinen cerabralen Cyclus ersetzt ist. Der dritte ruft, im Falle der Bildung eines polymeren Reflexes seitens der motorischen Zentren, unaus-

bleiblich die entsprechenden Umwandlungen in den, komplizierte verschmolzene Muskeln bildenden Muskeln dieser Segmente hervor, wie wir dies z. B. bei den Wirbeltieren bei der Bildung der Extremitätenmuskeln sehen. Ich will eben nicht näher auf die Frage eingehen, welche Umwandlungen die primären sind, ob die im Muskel oder die im Nervenzentrum, denn dieser Punkt steht in keinerlei Beziehung zu dem eben erörterten Problem und weist nur darauf hin, dass der Muskel reduziert wird und das Nervenzentrum eine Umwandlung in den beiden ersten Fällen erfährt, die eigentlich die erste Grundlage im Entstehungsprozess des Kopfes bilden. Im dritten Falle treten sowohl die einen als auch die anderen in Gestalt neuer komplizierter Bildungen als Nerven-und Muskelkomplexe auf. Die grössere Widerstandsfähigkeit des Nervensystems steht in diesem Falle mit ihrer im Vergleich zu den Muskeln vielseitigen Tätigkeit in direktem kausalen Zusammenhange.

Das Ausfallen des Muskelsegmentes oder aber dessen Umwandlung in einen Teil eines komplizierten Muskels muss in ganz gleichem Masse zum Verlust der Beweglichkeit der Segmente zueinander, in denen solche Veränderungen im Bau der Myotome vorlagen, und zur Bildung von kompakten Distrikten, die ihre primäre Beweglichkeit der einzelnen Segmente gegen einander eingebüsst haben, führen. Aehnliche Erscheinungen lassen sich auch jetzt noch im Rumpfe bei der Vergleichung der extremitätenlosen Wirbeltiere, bei denen folglich keine solchen Umwandlungen im Bau der Nervensegmente und Myotome vor sich gegangen sind, mit den mit Extremitäten versehenen nachweisen. Auf diese Weise musste es, dank all'diesen Umwandlungen, am Vorderende des Rumpfes allmählich zur Bildung eines Distriktes kommen, deren Segmente ihre Beweglichkeit gegeneinander verloren haben. Dank der Einwirkung des dritten obenerwähnten Faktors blieben ausser den völlig der Muskelsegmente und der lokalen peripherischen, mit deren Tätigkeit im Zusammenhange stehenden Nerven beraubten Distrikten, noch zwischen ihnen verstreute Distrikte bestehen, die mit umgeänderten komplizierten Muskeln und dessen Bewegungen bedingenden komplizierten motorischen Plexi versehen sind.

Die allmähliche Komplikation der Funktionen der verschiedenen, den polymeren Reflexen des Kopfes untergeordneten, Organe und das Auftreten neuer komplizierter Reflexe im Zusammenhang mit

der Ausbildung neuer, der Tätigkeit der Nervensystems untergeordneter Organsysteme führt zu einer allmählich immer weiter und weiter nach hinten fortschreitenden Erweiterung dieses verschmolzenen vorderen Abschnittes, zu der Uebergreifung auf stets neue Rumpfsegmente.

Natürlich deutet diese Aufeinanderfolge der Phasen nur schematisch die in diesem Prozess eine Rolle spielenden Grundfaktoren an und in Wirklichkeit begegnen wir einer ganzen Reihe von Kombinationen derselben in verschiedenen Proportionen.

Mit dem Ausbildungsmoment der aus mehreren Segmenten des Nervensystems verschmolzenen Distriktes tritt auch ein neuer Faktor in Erscheinung, der die ursprünglichen Wechselbeziehungen der Zentren der einzelnen Segmente zueinander verwischt und die weitere Umbildung der primären Zentren der Nervensystemsegmente in höhere Koordinationszentren einschränkt. Es ist dies die Umwandlung der neuen, vom Nervensystem aufgenommenen Ektodermdistrikte in sekundäre höhere Koordinationszentren, die mit der Ausbildung der Willensreflexe im Zusammenhang steht. Als spätere Bildung sind diese Zentren schon nicht mehr an bestimmte Segmente gebunden und entwickeln sich auf Kosten von Ektodermdistrikten einer unbestimmten Segmentenanzahl. Ihr Auftreten steht sowohl bei den Wirbeltieren, als auch bei den Evertebraten mit der Aufnahme neuer bedeutender Ektodermdistrikte seitens des Nervensystems im Zusammenhange. Bei den Wirbeltieren steht dasselbe in engster Beziehung zu der Umwandlung des vom Neuralrohl aufgenommenen Ektodermstreifens in diese Zentren, ja ruft möglicherweise sogar die Bildung der letzteren hervor.

In einem gewissen Entwickelungsstadium dieser Prozesse, das hypothetisch für die verschiedenen Tiere wahrscheinlich ein sehr verschiedenes ist, fand die Ausscheidung eines Axenskelettes und des Zentralnervensystems statt. Im Rumpf, wo sich die Beweglichkeit zwischen den Segmenten bewahrte, kam es zur Bildung von segmentierten Abschnitten, Wirbeln, im Vorderabschnitt, dank der Unbeweglichkeit der einzelnen Segmente, dagegen einer kompakten Masse, der Schädelkapsel.

Auf diese Weise liesse sich beim Fehlen eines Skeletts und einer Schädelkapsel die Kopfgrenze durch ein bedingungweises und, dank den unmerklichen Uebergängen zwischen vorderem und hinterem

Abschnitt, ungenaues Merkmal der Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der einzelnen Segmente kennzeichnen. Bei der Bildung der Schädelkapsel ersetzen wir dasselbe durch ein anderes, demselben untergeordnetes Merkmal, nämlich durch die Grenze der Schädelkapsel selbst. Dank dem Vorhandensein einer langen allmählichen Reihe von Uebergängen wird auch dieses Merkmal, ebenso wie das vorhergehende, nur ein bedingtes, denn die Grenze der Schädelkapsel kann unter dem Einflusse zufälliger Bedingungen zwischen verschiedenen Segmenten auftreten, die ausserdem noch einen sehr verschiedenen Grad der Assimilierung an den vorderen, verschmolzenen Abschnitt erreicht haben, wie wir dies aus dem Vergleich der Schädelgrenzen bei den Neunaugen, Haien, Ganoiden etc. sehen können.

Natürlich kann im weiteren Verlauf dieser Prozesse, gleichzeitig mit der Assimilierung neuer Segmente seitens des Vorderabschnittes, auch die Assimilierung seitens des Schädels der früher von ihm unabhängigen Skelettelemente stattfinden, wie wir dies ja augenscheinlich nach den Untersuchungen Rosenbergs bei den Haien sehen. Aber dieser Prozess wird doch in Abhängigkeit von der Bewahrung der intersegmentalen Beweglichkeit stehen und wir können jedenfalls sagen, dass zwischen der Umwandlung des Chondrocraniums in den knöchernen und der Assimilierung neuer Segmente keinerlei Beziehung besteht, denn die lokale Vervollkommnung eines Organsystemes, wie der Ersatz des Knorpelskeletts durch ein knöchernes, die mit der allgemeinen intersegmentalen Beweglichkeit des Tieres in keinerlei Zusammenhange steht, kann nicht die Assimilierung einer Anzahl von Muskel- oder Nervensegmenten zur Folge haben, wie dies augenscheinlich Fürbriuger und dessen Anhänger zu glauben geneigt sind.

Ebensowenig lässt sich die Vorstellung von dem Entwickelungsgrade der sekundären Koordinierungszentren, wie der Hemisphären, des Cerebellum u. s. w., mit der Anzahl der später aufgenommenen Segmente in Beziehung bringen, denn die Bildung dieser Zentren und die Verschmelzung neuer Segmente mit dem Vorderabschnitt verlaufen völlig unabhängig von einander, wobei die eine Erscheinung den allgemeinen Prozessen der Tätigkeit des Nervensystems unterworfen ist, die andere nur lokalen, von der Funktionshöhe der einzelnen Organe dieser Körperregion.

Daher komme ich auch auf Grund alles Obengesagten zu der Ueberzeugung von der Notwendigkeit die Anzahl der an der Bildung dieses Körperabschnittes der Wirbeltiere teilnehmen den Segmente auf Grund des Studiums des Nervensystems zu bestimmen, denn sie ist das Organsystem, welches Gestalt und Grösse der Schädelkapsel bestimmt, die sich um ihr Vorderende anlegt, wodurch in ihr nicht die Verschiebungserscheinungen, die in anderen, ausserhalb der Knochenkapsel gelegenen Organsystemen möglich sind, ohne sich gleichzeitig im Bau derselben abzuspiegeln, auftreten können.

Ausserdem weist die Segmentierung des Nervensystems im Vergleich zur Myomerie nicht die Ausfallserscheinungen der Vertreter eines ganzen Segmentes auf und zwar dank der Vielseitigkeit der Funktionen seiner segmentalen Zentren und die Bewahrung dank denselben in bedeutend höherem Masse der Merkmale der primären Segmentierung. Sehen wir die Segmente des Vorderabschnittes des Nervensystems in ihrer Aufeinanderfolge von vorn nach hinten durch, so können wir uns leicht von dem allmählichen Fortschreiten dieser Prozesse überzeugen, denn in den vorderen Segmenten begegnen wir der maximalen Entwickelung dieser Erscheinungen, da diese Prozesse hier ihren Anfang nahmen; in den nach hinten folgenden Segmenten erkennen wir eine stetige Abnahme dieses Maximums, eine immer grössere Anzahl von späteren Prozessen verschwindet von vorn nach hinten, entsprechend der zeitlichen Aufeinanderfolge ihres Auftretens.

Bei dieser Durchsicht können wir in erster Linie den ersten primären, aus den drei ersten Segmenten bestehenden Grundkern hervorheben. Dieser Kern ist hier im Zusammenhange mit der Bildung erst einfacher Organe entstanden, die sich späterhin in komplizierte Sinnesorgane umgewandelt haben, und der dadurch veranlassten Umbildung der primären, mit diesen Sinnesorganen durch Segmentalreflexe verbundenen Zentren in niedere Koordinationszentren dank der Ausnahmestellung, welche die Bedeutung der höheren Sinnesorgane für die Fähigkeit des gesammten Nervensystems einnimmt. Infolgedessen erreichen hier die Koordinierungszentren der Willensreflexe, die bei den meisten Wirbeltieren eben hier zur Anlage kommen, ihre höchste Ausbildung. Gleichzeitig wurde die motorische Fähigkeit der Nervenzentren dieser Segmente durch die

Herabsetzung und Aufhebung der segmentalen Reflexe auf ein Minimum reduziert und blieb nur in Gestalt der Anteilnahme an der Leitung der Bewegungen dieser Sinnesorgane unter dem Einflusse bereits nicht mehr spezieller segmentaler Reflexe, sondern allgemein cerebraler Reflexreize erhalten. Solchen Resten begegnen wir im dritten Segment in Gestalt der sich dem Oculomotorius anschliessenden Fasern. Unter dem Einfluss des Verlustes der motorischen Fähigkeit ist in diesen Segmenten auch die Anlage der Myotome verloren gegangen, da auch die intersegmentale Beweglichkeit hier aufgehoben ist und es nicht zur Ausbildung komplizierter Muskeln auf Kosten der Muskelelemente dieser Segmente kommt.

Diesem anfänglichen Kern schliessen sich hinten eine Reihe von Segmenten an, in denen die Ausbildung der Koordinierungszentren nach und nach eine immer geringere Höhe erreicht. So stossen wir in den zwei, sich unmittelbar dem erwähnten Kern anschliessenden Segmenten auf die Ausbildung des Cerebellum, der höheren reflektorischen Koordinierungszentren, die an den Willensreflexen nicht teilnehmen und denen die unbewusste koordinierende Tätigkeit der primären Zentren des gesammten Nervensystems zukommt.

Weiter nach hinten hin wird die Tätigkeitssphäre der unbewussten Koordinierungszentren stets eingeschränkt und wir kommen allmählich zur Ausbildung polymerer, eine einfache Summe der Funktionen mehrerer gleichwertiger Kerne darstellender Kerne.

An der Grenze zwischen Kopf und Rumpf begegnen wir nur mehr den Aufangsstadien dieses Prozesses, die unter dem Einflusse der hier stattfindenden Komplikation der Tätigkeit der lokalen Organe zur Ausbildung gelangen, ebenso wie unter dem Einflusse der Erhöhung der Tätigkelt der Extremitäten sich die Plexi der Rumpfnerven derselben entwickelten, welche die Funktionen der deren Muskulatur zusammensetzenden Muskeln in einem gemeinsamen polymeren Reflex koordinieren.

Eine schroffe Unterbrechung veranlasst in diese regelmässige Reihe von Uebergängen das Ohr. Als Sinnesorgan mit ausserordentlich komplizierter Tätigkeit ruft das Ohr die Bildung eines höchst komplizierten, dasselbe mit den höheren Koordinierungszentren verbindenden Apparates hervor, welcher die vorderen Segmente in zwei Abschnitte einteilt, einen vorderen, sich an die höheren Koordinierungszentren anlehnenden und einen hohen Spezialisierungsgrad errei-

chenden, und einen hinteren, sich dem Rumpfe anschliessenden, welcher eine Reihe von Uebergängen zum Bau der unveränderten Rumpfsegmente aufweist. Dank der grossen Zunahme der Dimensionen dieses Sinnesorganes überdeckt dasselbe gewissermassen sekundär die Nachbarsegmente; dabei geht diese Verbreitung, da der Rumpf die Richtung des geringsten Widerstandes darstellt, dank der hier nicht stattfindenden Bildung ähnlicher grosser Nervenmassen wie die des Vorderabschnittes des Kopfes, hauptsächlich in der Richtung nach hinten vor sich, so dass man den Eindruck gewinnt, als gleiten die hinteren Segmente dem Ohr entlang nach vorn und sammeln sich allmählich in der prootischen Region an. In Wirklichkeit verfügen wir über keinerlei Daten zur Voraussetzung, dass hier ein ähnlicher Prozess wirklich stattfindet, denn das aktive Moment besteht in der Grössenzunahme des Ohres und der Ueberdeckung durch dasselbe der in diesem Prozess völlig passiv bleibenden metaotischen Segmente. In der Tat ist das Ohr bei sämtlichen Wirbeltieren vor ein und demselben achten Segment gelegen und dasselbe siebente ist des Gehörsegment.

Auf diese Weise wird die hintere Assimilierungsgrenze und folglich auch die Schädelgrenze, bei Fehlen sekundärer mechanischer Ursachen, die die letztere unabhängig von diesem Prozess bestimmen, von der Entwickelungshöhe der Organe, deren Funktionen die hinteren polymeren Reflexe des Vorderabschnittes des Nervensystems leiten, also des Kiemenapparates, der Zunge, der Innerlichkeiten, der Seitenlinie u. s. w. in Abhängigkeit stehen. Den Massstab ihrer Entwickelungshöhen stellen eben de facto die Nervenplexi dar. Der Entwickelungsgrad der höheren Koordinierungszentren kann auf diesen Prozess keinerlei Einfluss ausüben, da die Entwickelung derselben schon als Neubildung von Zentren in den Vordersegmenten vor sich geht, nicht mit der Absorption der primären Zentren zusammenhängt und folglich keinerlei Einfluss auf den Assimilierungsprozess der Segmente ausüben kann, ausser einem indirekten durch die Veränderung der allgemeinen Kopfform.

Da die diesen hinteren Plexi unterworfenen Organe von den allgemeinen Lebensbedingungen des Tieres in Abhängigkeit stehen, so wird auch der weitere Verbreitungsgrad der Assimilierung der Nervensegmente von den allgemeinen Lebensbedingungen abhängen und nicht dem systematischen selbständigen Prozess, der auf der allge-

meinen Evolution des Nervensystems basierte, untergeordnet sein. Doch gleichzeitig sind, infolge der Stabilität der Nervenzentren, die einmal in ihrem Bau aufgetretenen Umwandlungen, wenn sie erst eine gewisse Entwickelungshöhe erreicht haben, in der Ontogenese ungemein beständig, wie wir dies z. B. bei den aquatilen Wirbeltieren in den mit der Funktion der Seitenlinie zusammenhängenden Ganglien beobachten können, und wir begegnen ihnen im selben Zustande, nachdem diese Veränderungen bereits beim Erwachsenen völlig ihre ursprüngliche Bedeutung eingebüsst haben; so bleiben z. B. Spuren der Seitenlinie der aquatilen Wirbeltiere in der Ontogenese der landlebenden Säugetiere in Gestalt der Ganglia N. accessorii und der Ganglia Commissurae N. vagi in der Ontogenese der Sauropsida erhalten. In diesem Falle haben die ursprünglichen Veränderungen bei Verlust ihrer Bedeutung eine durchaus deutliche Spur in der Ontogenese zurückgelassen.

Infolge dieser Eigenschaft kann das Studium der Ontogenese dieser Plexi bei den Wirbeltieren eine Bedeutung bei der Aufklärung der Veränderungen in den allgemeinen Lebensbedingungen der Organismen, soweit dieselben einen Einfluss auf das Nervensystem ausüben, und ausserdem der gegenseitigen Beziehungen der Grundeinteilungen der Wirbeltiere zueinander gewinnen.

In dieser Eigenschaft liegt auch der eminente Vorzug des Nervensystems als Kriterium der Segmentierung des Wirbeltierkopfes, denn nur in ihm begegnen wir den Zügen, die uns im bedeutendem Masse die Eigentümlichkeiten der allgemeinen Lebensgeschichte des betreffenden Organismus im Laufe seiner Evolution zu erkennen gestattet.

Derselbe Umstand lässt auch das Studium der Ontogenese des Nervensystems besonders wertvoll erscheinen und zwingt uns näher auf den Einfluss von Faktoren, wie der Coenogenese, deren ungeheure Bedeutung in der Ontogenese dieses Organsystemes von Fürbringer hervorgehoben wurde, eingehen.

Eine ausserordentlich verbreitete Ansicht ist die zuerst von Fürbringer ausgesprochene Voraussetzung von der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins ausserordentlich weitgehender Coenogenese in der Ontogenese des Nervensystems, welcher den Ausfall einzelner vorderer Nervenwurzeln hinzutritt. Als Grundlage diente dieser Ansicht das Vorhandensein rudimentärer kranialer Wurzeln bei den

Wirbeltieren, hauptsächlich aber die ungleiche Anzahl derselben bei den nach der von Fürbringer angenommenen phylogenetischen Stufenleiter auf verschiedener Höhe stehenden Wirbeltieren. Das Vorhandensein bei höher organisierten Wirbeltieren, hauptsächlich aber bei solchen mit höher organisiertem Kopfe, einer geringeren Anzahl von Wurzeln erklärt Fürbringer durch die Assimilierung der überzähligen Wurzeln der niedrigeren Form durch den Kopf der höher organisierten und, da sich in den meisten Fällen in der Ontogenese keinerlei Hinweise auf einen ähnlichen Prozess entdecken lassen, so führt er zur Beseitigung der widersprechenden Daten der Ontogenese die Voraussetzung von der coenogenetischen Ausschaltung der Anlagen dieser Wurzeln dank der völligen Assimilierung der Segmente derselben durch den Kopf ein. Die Anzahl der Segmente wird dabei ganz subjeckiv, in Abhängigkeit von der einen oder anderen Auffassung von der Abstammung der studierten Wirbeltiere voneinander, bestimmt. Dieser Ansicht sind, meiner Meinung nach, nicht Tatsachen, sondern der Einwand von der Eigentümlichkeit der Methode selbst, die den Bau gleichzeitig lebender Tierformen unmittelbar voneinander ableitet, gegenüberzustellen. Um eine solche Schlussfolgerung zu rechtfertigen muss man nicht nur ein Anhänger der Meinung sein, dass mehrere gleichzeitig lebende Tierformen auf verschiedener Höhe der phylogenetischen Stufenleiter stehen können, sondern man muss auch deren unmittelbare Abstammung voneinander und den völligen Stillstand auf den Stufen, wo die Neubildung einer Gruppe stattfand, anerkennen. Selbst die einfache Anerkennung des Vorhandenseins von unbekannten Zwischenformen nimmt dieser Hypothese jeglichen realen Boden, denn selbst in diesem Falle müssen wir die Möglichkeit selbständiger Prozesse in der Assimilierung von Rumpfsegmenten seitens des Kopfes zugeben und die Bestimmung der Anzahl assimilierter Wurzeln wird zuletzt auf die hypotetisch für den betreffenden Forscher wünschenswerte Anzahl herauslaufen, die ausser dem Wunsche des Forschers keinerlei reale Grundlagen besitzt. Statt der bescheidenen Zahlen Fürbringers lassen sich mit demselben Recht die zehnfachen aufstellen, denn eine Kontrolle dieser Zahl ist bei dem Standpunkte dieses Autors nicht möglich. Infolgedessen ist, wie mir scheint, bedeutend wichtiger und fruchtbringender nicht die Anpassung und künstliche Koordinierung der Segmentierung des Nervensystems mit unseren Auffas-

sungen der Phylogenie der Wirbeltiere im Sinne der Anhänger Fürbringers, sondern im Gegenteil ein detailiertes Studium der Segmentierung des Kopfabschnittes des Nervensystems und hauptsächlich der Bildung der Hauptplexi desselben. Ein solches Studium könnte, meiner Ansicht nach, als Grundlage dienen zur Unterscheidung der Hauptzweige (Cyklen) der Wirbeltiere und für den Nachweis der Konvergenzerscheinungen in den neueren Organsystemen, wie z. B. dem Skelett, die für den Moment unserer Aufmerksamkeit entgehen dank dem Fehlen eines Kriteriums zur Feststellung der Grundcyklen, die vor der Existenz des Skelettes aufgetreten sind und in deren Grenzen durch Konvergenz ähnliche Skelettgebilde sich ausbildeten. Nur in den Grenzen dieser Cyklen kann das Skelett eine genügende Grundlage zur Bestimmung der engeren Cyklen der späteren systematischen Einteilungen bilden.

Oben wies ich bereits darauf hin, dass auf die Möglichkeit so weitgehender Konvergenzerscheinungen, abgesehen von solchen theoretischen Erwägungen, wie die Wahrscheinlichkeit der Erzielung eines gleichen Endresultates in den sekundären Organsystemen bei ähnlichem Bau der denselben den Ursprung gebenden, nach demselben Plan gebauten Organismen und bei denselben Entstehungsbedingungen des betreffenden Organsystems, auch das vorkommende Vorhandensein einer ähnlichen Konvergenz nicht nur in den Endstadien, sondern selbst während der Zwischenphasen, wie z. B. bei der Entwickelung der perissodactylen Extremität von Lithopterna, des Cerebellum und der Hemisphaeren der Selachier etc., hindeutet. Auf die anderen Organsysteme werde ich eben nicht näher eingehen, da uns dies zu weit führen würde.

Umsomehr können wir in Anbetracht der plastischen Umhüllung anderer Organsysteme durch das Skelett auf das Auftreten konvergenter ähnlicher Bildungen des letzteren hinweisen. Infolge dieser Umhüllung werden bei gleichem Bauplan rein mechanisch ähnliche Skelettbildungen resultieren, deren Nichthomologie sich erst durch das Studium der Strukturdetails derjenigen Organsysteme, um welche herum sich das Skelett, plastisch deren Form wiederholend, entwickelt hat, wird erkennen lassen. Die Lage der einzelnen Organe dieser Systeme dient infolgedessen sogar als Kennzeichen der Skelettabschnitte; so bestimmen wir z. B. die Abschnitte des Schädels nach den Nervenforamina, den Sinnesorganen u. s. w. um die

das Schädelskelett herumwächst. Die Verschiedenheiten in der Struktur dieser Organsysteme, welche dem Skelett als Grundlage dienten, dürfen infolgedessen nicht durch Einführung willkürlicher hypothetischer Faktoren, die den Zweck der Koordinierung derselben mit der allgemeinen Evolution des Skelettes bei diesen Formen haben, verwischt werden, wie dies Fürbringer tut, sondern wir müssen im Gegenteil tiefer in diese Unterschiede eindringen und die Frage aufwerfen, ob dieselben nicht Hinweise auf eine konvergente Ausbildung ähnlicher Skelettmassen, um in ihren Details verschiedene Grundlagen, die im Ganzen einen ähnlichen Bauplan aufwiesen, bieten. Wir müssen daher die Zahl der Kopfsegmente bei Wirbeltiere mit Knochenschädel nicht mit einer bewilligen Zahl von Nervensegmenten vergrössern aus dem Grunde, dass die Zahl der Segmenten bei Wirbeltiere mit Knorpelschädel grösser war. Wir müssen dagegen erforschen, ob in diesem Fall der Schädel nicht eine convergente Bildung wird, welche auf verschiedener Segmentzahl liegt.

Die Beständigkeit in der Struktur der Hauptplexi innerhalb der grossen Wirbeltiergruppen gestattet es uns in ihnen eine bedeutende Genauigkeit in dieser Beziehung anzuerkennen, während das völlige Fehlen solcher ununterbrochener Uebergangsreihen in anderen Organsystemen (z. B. dem Urogenitalsystem), die mit den Uebergangsreihen in der Evolution des Skelettes übereinstimmen, uns die künstliche Aufstellung auch dieser Reihe, die keinenfalls darauf Anspruch machen kann als Entwickelungsreihe der allgemeinen Evolution der Wirbeltiere zu gelten, zum Bewusstsein bringt.

Gegen diese Auffassung kann noch die Unwahrscheinlichkeit der konvergenten Ausbildung eines so spezialisierten Wirbels, wie der Atlas aus dem skeletogenen Gewebe verschiedener Segmente ins Feld geführt werden, doch lässt sich in dieser Beziehung auf die von Jehring nachgewiesenen beständigen Verschiebungen der ebenso spezialisierten Kreuzwirbel, die die rein mechanische Abhängigkeit der Wirbelform von den umgebenden Bedingungen kennzeichnet, hinweisen. In Abhängigkeit von der Fixation des Extremitätengürtels während der Evolution in dem einen oder anderen Segment, wird der eine oder andere Wirbel zum Kreuzwirbel ausgebildet, bisweilen selbst Hälften von Wirbeln verschiedener Segmente. Diese Erscheinung erlaubt uns die Möglichkeit einer ähnlichen, rein me-

chanischen Abhängigkeit der Form des ersten Wirbels von den umgebenden Bedingungen, bei deren Veränderungen auch der letztere in verschiedenen Segmenten auftreten wird, zuzugeben. Oben, bei der Schilderung der Entwickelungsgeschichte, wies ich bereits darauf hin, dass wir es während der Embryonalentwickelung in der Occipitalregion beim Huhn stets mit einem Uebergangsprozess der Kopfnerven nach hinten auf die Rumpfsegmente zu tun haben, und wir sind durchaus zu der Annahme berechtigt, dass in Abhängigkeit von den umgebenden Bedingungen ein Stillstand im Assimilierungsprozess der Nervensegmente seitens des Kopfes an einer anderen Stelle eintreten kann und dass an dieser Stelle als an der Grenze zwischen dem unbeweglich verschmolzenen Abschnitt und dem die Beweglichkeit seiner Segmente noch bewahrenden Abschnitt der Occipitalbogen und hinter demselben der Atlas zur Anlage gelangt. Ebenso wie eine solche Uebertragung des Atlas von einem Segment auf ein benachbartes theoretisch möglich erscheint, so kann auch das ursprüngliche Auftreten desselben bei den verschiedenen Wirbeltieren in Abhängigkeit von den gleichen umgebenden Bedingungen in den verschiedenen Segmenten möglich scheinen. Als notwendige Bedingung kommt nur das Vorhandensein der gleichen umgebenden Bedingungen in Frage, und dieser Umstand bleibt, bei Vorhandensein eines solchen verschmolzenen, von einer knöchernen Kapsel umhüllten Abschnittes des Nervensystems, wo die Anzahl der am Aufbau desselben Anteil nehmender Segmente augenscheinlich nicht die geringste Rolle spielt, stets derselbe und wird unter denselben Lebensbedingungen (terrestre) stets zur Bildung eines ähnlichen spezialisierten Atlaswirbels führen.

Die Schädelgrenze ist in all' diesen Fällen der Anzeiger der mechanischen Bedingungen und kann, wie dies ihr Auftreten beim Neunauge vor dem Vagus und bei den Haien hinter unveränderten Nervensegmenten beweist, von mechanischen Bedingungen abhängen, die mit dem allgemeinen Bau des Organismus im Zusammenhange stehen und den Einfluss des ursprünglichen Verschmelzungsfaktors der Nervensegmente anullieren. Infolgedessen lässt sich dieselbe, wie mir scheint, nicht als Grundlage für ein Kriterium zur Analyse anderer Organsysteme verwerten, da sie in den obenerwänten Fällen sich nicht in dem Umwandlungsgrade der Nervenzentren und den von ihren gebildeten Plexi ausprägen.

Auf diese Weise tritt als Hauptgrundlage des Studiums der Metamerie des Kopfes die Segmentierung dessen zentralen Teiles, des Nervensystems, in den Vordergrund [1]). Weder die Myomerie, noch die Branchiomerie können in dieser Beziehung ein gleichwertiges Material liefern, da nur einzelne Strecken dieser Organsysteme erhalten bleiben und die Frage, eine wie grosse Anzahl segmentaler Gebilde derselben ausgefallen ist, stets offen bleibt. Im Nervensystem dagegen fällt dieser Punkt, bei Fehlen ähnlicher Ausfallerscheinungen und der Abhängigkeit der Schädelkapsel von demselben, weg und ein neuer, fürs erste erst angedeuter Weg zur Aufklärung der Anzahl der primären Segmentcyklen, die zum Aufbau des von der Schädelkapsel umschlossenen Abschnittes des Nervensystems verwandt werden, bahnt sich an. Die einzige Methode, die hier zum Ziele führt, ist, wie mir scheint, das vergleichend-embryologische Studium und zwar, in Anbetracht der unmerklichen Uebergänge zwischen den Segmenten des Rumpfes und denen des Kopfes, im Verein mit dem äusserst detailierten Studium der verschiedenen ontogenetischen Entwickelungsstadien. Eine Unterbrechung in den Stadien kann, wie dies die Froriep'sche Untersuchung zeigt, zur Uebersehung einer grösseren oder geringeren Anzahl von Segmenten führen. Als Endstadien kann für eine solche Untersuchung nur ein solches mit deutlich ausgebildetem Atlas und Epistropheus dienen, wo wir schon imstande sein werden auf Grund deren Entwickelung endgültig festzustellen, dass zwischen eben diesen Nervensegmenten der Occipitalbogen zur Anlage kommt, d. h. die Grenze des Distriktes, dessen Segmentzahl zu bestimmen wir uns zur Aufgabe gestellt hatten.

---

[1]) Die äussere Neuromerie, die auf der Einteilung des Neuralrohrs durch Erweiterungen der Höhlung desselben, die sog. Neuromeren, beruht, lasse ich hier ganz beiseite, obwohl ich bemerken muss, dass die allgemeinen durch das Studium derselben erzielten Resultate sich den meinigen sowohl in Bezug auf die allgemeine Segmentenzahl, als auch auf deren Anordnung, abgesehen von einzelnen Details, ausserordentlich nähert. Doch scheint mir dies in Anbetracht der völligen Rätselhaftigkeit dieser dem Rumpfe fehlenden Bildungen und des fürs erste völligen Fehlens genügender Daten zur Anerkennung ihrer wirklich segmentalen Bedeutung nicht genügend. Ausser dieser allgemeinen Ursache wirkte auf mich noch der Umstand bestimmend, dass den Neuromeren als ausschliesslich Formveränderungen keinerlei Bedeutung beim Studium der Segmentierung des Nervensystems als Kriterium bei der phylogenetischen Untersuchung zukommt.

Die zwei Begriffe, die Evolution des Nervensystems, die einen neuen vollkommenen Koordinierungsapparat schafft, und die mechanische Grenze zwischen der Schädelkapsel und dem aus beweglichen Gliedern zusammengesetzten Skelett müssen dabei als nichts miteinander gemein habende streng auseinandergehalten werden, der eine als komplizierter, möglicherweise die ganze Organisation des Wirbeltieres bestimmender Prozess, der andere als einfacher mechanischer Faktor von nur begrenzter lokaler Bedeutung, als bedingte Grenze zwischen zwei bedingten Körperabschnitten des Wirbeltieres.

Wenn wir meine allgemeinen Resultate mit den bis jetzt aufgestellten Schemata der Metamerie des Wirbeltierkopfes vergleichen, so giebt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen meinen Schlussfolgerungen und den auf Grund der Myomerie konstruierten Schemata zu erkennen. Der Hauptunterschied liegt darin, dass ich hier einen Vorderabschnitt des Nervensystems, einen Grundkern, von dem die Bildung des Kopfes ausging und dem segmentale Muskelbildungen fehlen, unterscheide, wie ich oben bereits erwähnte.

Infolgedessen sind die auf der Myomerie basierenden Schemata im Vergleich zu dem meinigen gewissermassen nach vorn verschoben und erkennen innerhalb der Kopfgrenzen eine geringere Anzahl von Segmenten an.

Die beim Studium der Segmentierung des Kopfes auf Grund der Myomerie übersehenen Segmente sind folgende: die drei vordersten Segmente (das Olfactorius-, Opticus- und Pinealissegment); Neal hebt auf Grund der Encephalomerie das erste dieser drei Segmente, nämlich das Olfactoriussegment hervor; weiter das sechste Nervensegment (das dritte nach der Rechnung Van Wijhe's), das beim Studium der Myomerie übersehen wird, da das motorische Element desselben bei den meisten Wirbeltieren eine spezielle, von der Kiemenmuskulatur abstammende Muskulatur innerviert. Neal unterscheidet auch dieses Segment und zählt ihm, ebenso wie ich es tue, die erste Wurzel des N. abducens oder die Wurzel des N. abducens beim Neunauge zu. Dank dem Durchlassen dieses Nervensegmentes wird der betreffende Somit dem folgenden Segment zugerechnet und überhaupt die ganze weitere Koordinierung der Nervensegmente mit der Myotomen gestört, und erst durch die Aufnahme eines überzähligen Nervensegmentes in dem Distrikt zwischen dem Facialis und Vagus, welcher

verschiedenen Segmenten zugerechnet wird, wieder hergestellt, wie wir dies z. B. bei Van Wijhe, Johnston u. s. w. erkennen können.

Dieselbe Ursache veranlasste Koltzoff [1]) die dorsalen und ventralen Wurzeln der Rückenmerksnerven beim Neunauge nicht in der üblichen, beim Erwachsenen vorhandenen Reihenfolge, wo die dorsale Wurzel mit der nächstfolgenden ventralen verbunden wird, in Beziehung zu bringen, sondern das umgekehrte Verhältniss anzuerkennen, was zur Einschaltung eines überzähligen, in latentem Zustande befindlichen Nervensegmentes in der Vagusregion mit unausgebildeter motorischer Wurzel führte. Und zwar muss die erste metaotische motorische Wurzel nicht zu dem ersten Rückenmarksganglion gerechnet werden, wie Koltzoff dies tut, sondern entweder zum dorsalen Ganglion N. vagi, oder zu irgendeinem mit dem letzteren verschmolzenen und vor dem ersten Rückenmarksganglion Koltzoffs gelegenen Rückenmarksganglion, wie dies Neal auch annimmt [2]). Im ersteren Falle erhalten wir die von Neal für Acanthias

---

[1]) Wie ich oben bereits darauf hinwies, hebt die intersegmentale Stellung der dorsalen Wurzeln keineswegs diesen Widerspruch der segmentalen Beziehungen zwischen den dorsalen und ventralen Wurzeln beim erwachsenen Neunauge mit den von Koltzoff angenommenen auf, da Koltzoff de facto stets diese Wurzeln in der erwähnten Ordnung zu segmentalen Paaren vereinigt und stets die motorische Wurzel segmental einer bestimmten dorsalen, hinter der motorischen gelegenen Wurzel zurechnet, was durchaus den beim erwachsenen Neunauge beobachteten Verhältnissen widerspricht.

Dazu muss bemerkt werden, dass sich dieser Zusammenhang einerseits auf die Vergleichung mit den Myxinidae stützt, bei denen, bei mit den Neunaugen übereinstimmender Stellung der dorsalen Wurzeln zwischen zwei motorischen, die dorsale mit der unmittelbar auf dieselbe folgenden Wurzel in Zusammenhang steht; wenn wir andererseits uns den Hinweis Goettes auf das Zusammenkommen in derselben Richtung der dorsalen und ventralen Wurzeln beim Neunauge ins Gedächtniss zurückrufen, so scheint mir die Auffassung Koltzoffs und später auch Schauinsland's ohne direkte faktische Angaben zu Gunsten der Veränderung in diesem Sinne der segmentalen Beziehungen beim Neunauge dieser Wurzeln zueinander, unannehmbar.

[2]) Das accessorische Segment des Vagus Neal's nimmt in dieser Beziehung eine Sonderstellung ein und kann keine ähnliche Rolle spielen, da dasselbe nur auf den späteren Anschluss eines Segmentes, der sich sowohl auf den nervösen Abschnitt, als auch auf das Myotom erstreckt, hindeutet. Soweit aus der Vergleichung der Daten Neals mit denen Koltzoffs ersichtlich findet ein Anschluss dieses Segmentes beim Neunauge de facto nicht statt und der zweite N. Vagus Neals muss als Homologen des Vagus-Anhangs Koltzoffs angesehen werden.

aufsgetellten und in der vorliegenden Arbeit angenommenen segmentalen Verhältnisse, im zweiten behalten wir entweder die von Koltzoff aufgestellten Beziehungen bei, schalten aber ein durch den Bau des Nervensystems des Neunauges nicht gerechtfertigtes Segment in den Vagus ein [1]). Beide diese Schlüsse beseitigen die von Koltzoff angenommene Beziehung zwischen den dorsalen und ventralen Wurzeln beim Neunauge, die jedenfalls auch durchaus künstlich und dem, was wir beim erwachsenen Tier beobachten, widersprechend erscheint. Es scheint mir infolgedessen durchaus geboten als Grund-

Bei Acanthias muss der zweite Vagus den hinteren, die Commissura dorsalis bildenden dorsalen Ganglien gleichgestellt werden. Die wirkliche Polymerie des N. vagus muss, wie oben erwähnt, nicht nach der Anzahl der von diesem Nerv des Plexus N. lateralis assimilierten dorsalen Ganglien, sondern nach der Anzahl der am Aufbau des Ganglions desselben teilnehmenden epibranchialen Ganglien konstruiert werden. Bei Acanthias müssen wir dementsprechend das Vorhandensein von vier Komponenten im Vagus annehmen, beim Neunauge von sechs.

[1]) Wenn Neal beim Neunauge ein überzähliges Segment in den Vagus einschaltet, so schiebt er gleichzeitig auch ein überzähligen hypothehischen Somit zwischen dem Trigeminus und Vagus ein, so dass er de facto in diese Region beim Neunauge ein ganzes überzähliges Segment einführt, indem er das Myotom dem Segment des Facialis, das Nervensegment dem Vagus hinzufügt. Eine Störung der Uebereinstimmung mit der Branchiomerie findet dabei bei Neal nicht statt dank der Polymerie des epibranchialen Ganglions N. vagi und folglich auch des Vagus selbst, der im Grunde genommen nicht, wie Neal annimmt, doppelt ist, sondern sich über sechs Segmente erstreckt. Andererseits schaltet Neal bei Acanthias de facto im Vergleich zu meinen Resultaten kein überzähliges Segment in den N. vagus ein und der dorsale Abschnitt dieses Nervs ist nach ihm bei Acanthias einfacher gebaut als beim Neunauge. Bei letzterem besteht dieser Abschnitt nach Neal aus drei Teilen, zwei eigentlichen N. vagi und dem Vagus-Anhang, bei Acanthias dagegen nur aus zwei N. vagi und da der Vagus-Anhang des Neunauges, wie ich oben schon erwähnte, dem ersten Ganglion der Commissura dorsalis oder, mit anderen Worten, dem zweiten Ganglion N. vagi Neal's oder dem dem siebenten Somiten von Acanthias entsprechenden Ganglion homolog ist, so wirft Neal de facto bei Acanthias aus dieser Region das überzählige Nervensegment aus (zweiter Vagus des Neunauges) und im Zusammenhang damit auch den überzähligen hypothetischen Somit und findet in der Tat die ganze Reihe von Somiten zwischen Trigeminus und Vagus, wobei er als zweiten Vagus oder mit anderen Worten als dorsales Ganglion, welches dem siebenten, dem Vagus Anhang des Neunauges entspricht, den er bei dem letzteren, dank der Einschaltung eines vierten Somits vor dem ersten metaotischen, dem achten Somit zurechnet, ansieht.

lage für unsere Ansichten die segmentalen Beziehungen zwischen ventralen und dorsalen Wurzeln anzunehmen, welche wir beim erwachsenen Neunauge beobachten, wo nach den Angaben Göttes eine Vereinigung der dorsalen Wurzel mit der unmittelbar nach hinten auf dieselbe folgenden motorischen stattfindet. Der Koltzoff'sche Auffassung der gegenseitigen Beziehungen der ventralen und dorsalen Wurzeln beim Neunauge zueinander werden wir, wie mir scheint, erst dann beizustimmen berechtigt sein, wenn wirkliche direkte Beobachtungen in Bezug auf das Vorhandensein späterer Umordnungen der Wurzeln vorliegen, die uns anzuerkennen gestatten, dass die Anordnung der Wurzeln beim erwachsenen Tier das Resultat sekundärer Prozesse darstellt; fürs erste erscheint mir schon auf Grund rein theoretischer Erwägungen seine Erklärung dieser Verschältnisse der Wurzeln als ebensolche rein künstliche Korrektion der Störung in den gegenseitigen Beziehungen der Nervensegmente und Myomeren zueinander, die durch die Durchlassung des Nervensegmentes des motorischen Kernes N. trigemini veranlasst ist, wie die einfache Einschaltung eines accessorischen Nervensegments zwischen Facialis und Vagus.

Wenn wir die auf den schönen Rekonstruktionen Koltzoffs wiedergegebenen segmentalen Beziehungen betrachten, so können wir uns von der Richtigkeit der von Neal und in der vorliegenden Arbeit von mir vertretenen Auffassung der Beziehungen zwischen den Nerven- und Muskelsegmenten überzeugen und werden den sechsten Somit dem Vagus, den vierten dem Facialis und den dritten dem von Koltzoff 'durchgelassenen Segment des motorischen Kernes N. trigemini oder, mit anderen Worten, der ersten Wurzel des Abducens, den Neal auf Grund des Studiums der Neuromeren des vierten Ventrikels diesem Segment zurechnet, zuzählen müssen.

Auf diese Weise hat das Studium der Myomerie, ohne irgend konkrete Daten zur Kenntniss der veränderten Nervensegmente zu liefern, zu einer unausbleiblich künstlichen Uebereinstimmung der Resultate desselben mit der Segmentierung des Nervensystems durch künstliches Einschalten accessorischer Segmente des Nervensystems auf Grund von Erwägungen, die nichts mit der Tätigkeit des letzteren gemein haben, geführt. Das durchgelassene Nervensegment des motorischen Kernes N. trigemini rief, indem dasselbe eine Verwirrung in den Beziehungen der Myotome und Nervensegmente in der

Occipitalregion veranlasste, zur Aufhebung dieser Störung die Einschaltung eines accessorischen Nervensegments in dem undeutlich segmentierten Gehörabschnitt des Nervensystems, zwischen demselben und dem ersten noch deutlich die Wechselbeziehungen zwischen Nervensegment und Myomer bewahrenden Segment hervor.

Berichtigen wir diese Ungenauigkeit, so erhalten wir, wie ich dies schon auf der Tabelle angegebenen habe, eine ununterbrochene Reihe von Myotomen, die bei den verschiedenen Tierklassen bis zu verschiedenen Segmenten heranreicht. So erreicht diese Reihe bei den Vögeln das sechste, beim Neunauge und den Haien das vierte Segment; vor diesem Segment begegnen wir augenscheinlich bei keiner Tierform den Myomeren, was mit der augenscheinlich sehr alten Reduktion der Myomeren bei der Ausscheidung des Grundkernes des Kopfes zusammenhängt.

Dieselben Einwände haben auch für das andere beim Studium der Metamerie des Kopfes hervorgehobene Kriterium Anwendung, und zwar für die sog. Neuromeren oder segmental angeordneten Erweiterungen des Neuralrohrs. Ohne in irgend organischen Beziehungen zur Tätigkeit des Nervensystems zu stehen und ausschliesslich Formveränderungen des Neuralrohres darstellend, können die Neuromeren, meiner Ansicht nach, im besten Falle als topographische Merkzeichen beim Studium der Zentren des Nervensystems dienen, obwohl auch in diesem Falle das völlige Fehlen jeglicher befriedigenden Erklärung ihres Auftretens und die Hinweise auf die Möglichkeit ihrer rein sekundären Bildung unter dem Einflusse der einen oder anderen auf das Nervensystem einwirkenden mechanischen Faktoren, wie wir dies z. B. bei deren Auftreten im Rumpf unter dem Finfluss des Druckes der Somiten auf das Neuralrohr sehen, ihre Anwendung möglichst einschränken lässt.

Mir scheint, dass die Bildung der Neuromeren im vierten Ventrikel denselben Gründen unterworfen ist, wie auch überhaupt die Bildung vom Erweiterungen der Höhlung des Neuralrohres im Gehirn, und zwar der Ausbildung sekundärer Koordinierungszentren aus den vom Neuralrohr bei seiner Entstehung aufgenommenen Ektodermdistrikte. Diese Erweiterungen können, durch einen sekundären Prozess entstanden, bis zu einem gewissen Grade von der Anordnung der primären Segmente des Nervensystems abhängig sein, besonders während ihrer ersten Entwickelungsstadien, doch

kann dies auch nicht der Fall sein; letzteres hat besonders auf die eine hohe Ausbildung erlangenden alten vorderen Koordinierungszentren, wo der Einfluss der primären Segmentierung bereits keine Rolle mehr spielt, Bezug. Die Spuren des Einflusses der primären Segmentierung muss eben, wie mir scheint, mit den sekundären Einteilungen der grossen Erweiterungen des Neuralrohrs, die Neal als sekundäre Einteilungen der vorderen Neuromeren (der vorderen grossen Erweiterungen des Neuralrohrs) bezeichnet, in Zusammenhang gebracht werden. Mir scheint, dass wir diese sekundären Einteilungen mit demselben Recht als Neuromere ansehen können, wie die am typischsten ausgeprägten Neuromeren des vierten Ventrikels. Die von Neal für die letzteren angegebene speciphische Struktur fehlt ihnen ebenso wie den grossen, ihnen durch sekundäre Einteilung den Ursprung gebenden Abschnitten und wie den thorakalen. Wenn wir uns auf diese Weise auf den Standpunkt Neals stellen und als Hauptmerkmal eines Neuromers dessen histologische Struktur ansehen, so lässt sich das Vorhandensein von Neuromeren nur im vierten Ventrikel anerkennen, was ihre Bedeutung überhaupt als Kriterium der Segmentierung völlig aufhebt und die metamere Anordnung der Neuromeren überhaupt anzweifeln lässt. Wenn wir dagegen nur die allgemeine Formveränderung des Neuralrohrs als charakteristisch betrachten, so müssen wir auch die vorderen grossen Erweiterungen des Neuralrohres und die sekundären Einteilungen derselben als Neuromere anerkennen und gleichzeitig auch die Erweiterungen der Höhlung des Rückenmarks, die dem mechanischen Einfluss der längs dem Neuralrohr gelegenen Somiten unterworfen sind, als ihnen homolog ansehen. Dieser letztere Umstand führt uns notgedrungen zu der Ueberzeugung vom sekundären Ursprung der Segmentierung der Neuromeren und der Abhängigkeit ihrer Bildung von sekundären, mit der metameren Anordnung der Umliegenden Organe im Zusammenhang stehenden Ursachen. Im Kopf wird gleichzeitig auch ein den Einfluss der primären Segmentierung auf die Neuromerenbildung aufhebender Faktor in Erscheinung treten, nämlich die Bildung der höheren sekundären Koordinierungszentren aus den bei der Entstehung des Neuralrohres vom Nervensystem aufgenommenen Ektodermdistrikten. Unter dem Einfluss dieses Prozesses wird schon ein allgemeiner Zuwachs der Neuralrohrwandungen längs mehreren Segmenten und folglich auch Veränderung des Neural-

rohrs erkennbar werden und die Spuren der ursprünglichen Segmentierung werden hier als undeutliche Einteilugen dieser grossen Erweiterungen hervortreten, doch werden mir nie imstande sein zu sagen, ob die sekundäre Einteilung wirklich ein Rest der primären Segmentierung des Neuralrohrs ist oder aber von irgend anderen Ursachen abhängt, wenn wir nicht die Uebereinstimmung dieser Einteilungen mit der primären Segmentierung der Nervenzentren nachzuweisen imstande sind. Einen äusserst wichtigen Hinweis auf die sekundäre Erweiterung der Höhlung des Neuralrohrs bei der Bildung der vorderen Höhlungen besitzen wir in der Uebereinstimmung zwischen der dorsalen Kreuzung der NN. trochleares und der hinteren Commissur und den Einschnürungen zwischen diesen Höhlungen. In diesen Fällen haben die sich kreuzende primären Nervenfasern gewissermassen die Höhlungen des Neuralrohrs eingeschnürt und die Fortsetzung der Erweiterung derselben an diesen Stellen verhindert.

Auf diese Weise können wir die nur untergeordnete Bedeutung des Studiums der Neuromeren für die Aufklärung der segmentalen Anordnung der primären Segmente des Nervensystems konstatieren. Wenn ich die von mir gewonnenen Resultate mit den auf Grund des Studiums der Neuromerie konstruierten Schemata der Metamerie des Kopfes vergleiche, so muss ich zugeben, dass dieselben denen Johnstons und Neal's am nächsten stehen. Mit dem Schema des ersteren stimmt das meinige überein, abgesehen von dem sechsten, von ihm in Anlehnung an die Anschauung Van Wijhe's, dass der dritte Somit segmental dem Facialis entspreche, durchgelassenen Segment. Von dem zweiten Autor weiche ich nur in meiner Auffassungsweise des Wertes der sekundären Einteilungen der vorderen grossen Höhlungen des Neuralrohrs und darin ab, dass er den Vagus zwei Segmenten zurechnet.

Indem ich hiermit die vorliegende Arbeit abschliesse, gebe ich der Hoffnung Raum in nicht all'zu langer Zeit, nachdem ich meine Befunde durch das Studium anderer Wirbeltiergruppen kontrolliert haben werde, die Frage von der Bedeutung der Segmentierung des Nervensystems für die Systematik bei der Feststellung der grossen Grundeinteilungen und der Bestimmung ihrer gegenseitigen Beziehungen zueinander konkreter zu fassen, was ich bei dem speziellen Zweck der vorliegenden Arbeit zu tun nicht die Möglichkeit hatte.

Anmerkung. Nach den Wechselbeziehungen der beiden Kathegorien von empfindlichen Elementen sowohl zueinander, als auch zu den auffallenden Lichtstrahlen lässt sich in allgemeinen Zügen ein Bild der Aufnahme der Seheindrücke entwerfen. Von ausserordentlichem Interesse ist dabei der Vergleich dieses Vorganges in den Epiphysen und in den lateralen Augen.

In den lateralen Augen verfügen wir über die folgenden Daten, um eine Vorstellung von der Perzeption der Seheindrücke zu gewinnen.

Erstens ist die Retina durchsichtig und hält die sie frei bis zur Schicht der stark pigmentierten empfindlichen Elemente (Pigmenthülle) durchdringenden Lichtstrahlen in keiner Weise auf.

Zweitens liegt die Retina der Pigmenthülle eng auf und die schwach pigmentierten empfindlichen Elemente (die Stäbchen und Kolben der Retina) dringen zwischen die stark pigmentierten Elemente ein, die Hüllen um dieselben bilden.

Drittens sind die schwach pigmentierten empfindlichen Elemente vor dem direkten Einfluss der Lichtstrahlen durch die von den Fortsätzen der stark pigmentierten empfindlichen Elemente gebildeten Hüllen geschützt.

Viertens reagiert das Pigment der stark pigmentierten empfindlichen Elemente auf die Einwirkung der Lichtstrahlen durch Konzentration in den Fortsätzen dieser Zellen. Dies führt zur maximalen Isolierung der Stäbchen der Retina gerade im Moment der Aufnahme der Lichteindrücke.

Fünftens die Fähigkeit der Wiederherstellung des Sehpurpurs in den Stäbchen der Retina ausschliesslich unter dem Einfluss der stark pigmentierten empfindlichen Elemente, was auf das Vorhandensein zwischen denselben während der Perzeption von Seheindrücken energischer Wechselreaktionen hinweist.

Sechstens die Streckung in der Richtung zueinander der Enden der Fortsätze der Pigmentzellen und der Stäbchen und Kolben der Retina unter dem Einflusse der Lichtstrahlen.

Siebentens die Stellung der vermittelnden Elemente zwischen der Schicht empfindlicher Elemente und der Linse, und endlich,

achtens das Vorhandensein des Chiasmas der NN. optici, was zur kreuzweisen Vermittelung der Seheindrücke den Sehzentren des Nervensystems führt.

Die Wechselbeziehungen dieser Faktoren verleihen uns die Möglichkeit uns über den allgemeinen Verlauf der Perzeption der Seheindrücke klar zu werden. Aus der Durchsichtigkeit der Retina lässt sich der Schluss ziehen, dass die Lichtstrahlen bis zur Schicht der stark pigmentierten empfindlichen Zellen vordringen. Auf Grund des Eindringens der schwach pigmentierten empfindlichen Elemente derselben (der Stäbchen und Kolben) zwischen die dieselben von

dem direkten Einfluss der Lichtstrahlen isolierenden Hüllen, die von den stark pigmentierten Forsätzen der Pigmentzellen gebildet werden, und des Reagierens der Pigmentzellen auf die Einwirkung der Lichtstrahlen, welches die maximale Isolierung der schwach pigmentierten empfindlichen Elemente anstrebt, und des Vorhandenseins von Wechselreaktionen zwischen den Pigmentzellen und den Stäbchen der Retina während der Aufnahme der Seheindrücke können wir den Schluss ziehen, dass es die Schicht der stark pigmentierten empfindlichen Elemente (die Pigmenthülle) ist, die als empfindlicher, die Lichtstrahlen auffangender Ekran die Seheindrücke empfängt. Diesen Ekran müssen wir als erste Instanz in der Perzeption der Lichtstrahlen ansehen. Denselben blos als Spiegel, wie manche Physiologen annehmen, betrachten können wir schon deshalb nicht, weil wir in diesem Falle das Vorhandensein im Auge einer ganzen Reihe sich in allen möglichen Richtungen kreuzenden und das durchsichtige Gewebe durchdringenden Lichtstrahlen zugeben müssten. Die zurückgeworfenen Strahlen müssten, wie wir dies in der Tat bei Erzielung des Baumes sehen, complimentäre Seheindrücke von unbestimmten Charakter hervorrufen, was in Wirklichkeit unter normalen Bedingungen nicht der Fall ist. Die Angabe über die Fähigkeit der Retina nur diejenigen Lichtstrahlen zu rezipieren, welche auf sie unter einem bestimmten Winkel fallen, wird durch den Versuch mit dem Erhalten des Purkinje'schen Baumes vollkommen widerlegt. Auf Grund dieses Versuches müssen wir annehmen, dass die im Auge eventuell vorhandenen, von der Pigmentschicht reflektierten Lichtstrahlen selbständige und bestimmte Seheffekte hervorrufen sollen.

Wir gelangen so zu der notwendigen Anerkennung der völligen Auffangung der bis zur Pigmentschicht vordringenden Lichtstrahlen seitens der Zellen derselben unter normalen Bedingungen. Gleichzeitig lässt sich aus dem Vorhandensein von Wechselreaktionen zwischen den Pigmentzellen und den Stäbchen und Kolben der Retina, von denen die Empfindlichkeit des Auges den Lichteindrücken gegenüber, wie z. B. die Wiederherstellung des zerstörten Sehpurpurs, in Abhängigkeit steht, und aus der Vergrösserung des Kontaktes zwischen den Pigmentzellen und den Stäbchen und Kolben der Retina dank der Streckung einander entgegen der Fortsätze dieser Zellen unter dem Einflusse der Lichtstrahlen, der Schluss ziehen, dass die Absorbtion der Lichtstrahlen sich nicht ausschliesslich auf die Vermeidung von zurückgeworfenen Strahlen beschränkt, sondern dass derselben noch eine tiefere Bedeutung, nämlich die Rolle der ersten Instanz bei der Perzeption derselben, zukommt.

Die Struktur der Retina der Epiphysen bestätigt, wie wir dies weiter unten sehen werden, ebenso wie hauptsächlich das beständige Vorhandensein von Pigment in den die Seheindrücke empfangenden Zellen der Wirbellosen diese Auffassung zur Genüge.

Aus der Stellung der vermittelnden Elemente zwischen der empfindlichen Schicht und der Linse schliessen wir auf die Notwendigkeit der Perzeption nicht eines vollständigen umgekehrten Bildes des betrachteten Gegenstandes, sondern nur seines umgekehrten Spiegelbildes. Am besten lässt sich das Auge hier mit einer photographischen Kamera vergleichen. Betrachten wir das Milchglas von hinten (die vermittelnden Elemente befinden sich hinter den empfindlichen; Epiphysen, Augen der Wirbellosen), so sehen wir auf demselben das vollständige umgekehrte Bild des betrachteten Gegenstandes. Betrachten wir das Milchglas nun von der Linse aus (die vermittelnden Elemente befinden sich zwischen den empfindlichen und der Linse; laterale Augen), so erblicken wir das Kopfunters gekehrte Spiegelbild des Gegenstandes. Die gegenseitigen Beziehungen der einzelnen Teile des durch die Linse umgekerten betrachteten Gegenstandes werden uns in Bezug auf die horizontale Axe in ihren ursprünglichen Verhältnissen entgegentreten und nur in Bezug auf die Vertikalaxe wird das Bild umgekehrt erscheinen.

Im ersteren Falle kann das Bild seine ursprünglichen Beziehungen der Teile zueinander durch eine einfache Umdrehung um seine zur Bildebene senkrechte Axe wiedergewinnen, was sich durch einen einfachen psychologischen Vorgang erzielen lässt. Im zweiten kann diese Wiederherstellung der ursprünglichen Beziehungen entweder durch die Erhaltung eines neuen Spiegelbildes, wie wir dies z. B. in gewissen photographischen Kameras sehen, oder durch Umgruppierung der Teile des Bildes erreicht werden. Weder das eine, noch das andere lässt sich augenscheinlich durch einen einfachen psychologischen Vorgang erreichen. Wir müssen daher in den lateralen Augen das Vorhandensein einer mechanischen, die umgekehrten Wechselbeziehungen der Teile des Bildes zueinander nach den Hauptaxen korrigierenden Vorrichtung anerkennen. Es ist äusserst schwierig sich über diese Vorrichtung klar zu werden, doch ist dieselbe aller Wahrscheinlichkeit nach in der Richtung der Stäbchen und Kolben der Retina nach der den auffallenden Lichtstrahlen entgegengesetzten Seite und darin zu suchen, dass dieselben nur die ihren durch die Pigmentzellen vermittelten Reize empfangen. In der Tat haben wir es hier mit der Uebermittelung der Scheindrücke durch die Pigmentschicht den empfindlichen Elementen der Retina, welche eine Konvexe sphärische Fläche bilden, zu tun und wenn wir uns die Fähigkeit der empfindlichen sensiblen Elemente die Verarbeitung der empfangenen Reize in der Richtung ihrer Endapparate zu übertragen (ich erinnere blos an die charakteristischen Täuschungen beim Betasten durch die gekreuzten Finger) ins Gedächtniss zurückrufen, so erscheint es höchst wahrscheinlich, dass hier in den lateralen Augen die Konkretisierung der Scheindrücke in der Richtung der Enden der Stäbchen und Kolben der Retina stattfindet und hier

infolgedessen ein summiertes, gewissermassen wie von einem konvexen Spiegel zurückgeworfenes Bild zustande kommt. Es ist daher von grosser Bedeutung, dass das optische Zentrum der Retina mit dem Krümmungszentrum derselben zusammenfällt und die psychologische Rückspiegelung folglich mit der Richtung der von der konvexen sphärischen Fläche der Retina gurückgeworfenen Lichtstrahlen übereinstimmt. Die Beziehungen der Kardinalpunkte der Retina und der Linse zueinander, auf die ich eben näher einzugehen nicht für geboten halte, muss, bei der tatsächlichen Rückspiegelung der Lichtstrahlen durch die Konvexe sphärische Fläche der Retina, zur Entstehung eines direkten (in Bezug auf den betrachteten Gegenstand und eines umgekehrten in Bezug auf das umgekehrte Bild der Linse) falschen und gleichen Bildes führen. So verfügen wir in diesen Daten über eine gewisse Bestätigung des Vorhandenseins eines solchen, eine machanische Korrektion des Bildes herbeiführenden Vorganges, wo an Stelle der Zurückspiegelung durch einen flachen Spiegel diejenige durch einen konvexen sphärischen tritt.

Von dem Vorhandensein eines solchen Prozesses können wir uns, abgesehen von der völligen Umkehrung des Bildes des betrachteten Gegenstandes, noch durch das Vorhandensein des Chiasma's der Sehnerven bei den Wirbeltieren überzeugen. Nehmen wir von neuem die photographischen Prozesse, in diesem Falle die der Stereophotographie zu Hülfe. Betrachten wir das Negativ von der Gelatinschicht aus, so wird sich unser Auge gewissermassen wie zwischen dem Bilde und der Linse befinden und wir werden folglich das Spiegelbild des Gegenstandes vor uns haben. Beim Kopieren verbessern wir diesen Fehler und bei Betrachtung der Gelatinschicht des Positivs wird sich unser Auge schon wie hinter dem Bilde befinden und wir werden folglich das richtige Bild oder, mit anderen Worten, das Spiegelbild des vorhergehenden Bildes vor uns sehen. Der Vorgang stimmt auf diese Weise in allgemeinen Zügen mit dem eben für die lateralen Augen geschilderten durchaus überein. Dank dieser Korrektion des Bildes, gewissermassen der Umkehrung desselben, müssen wir beim Kopieren der stereoskopischen Aufnahme zur Erzielung einer richtigen, normalen Vorstellung von der Perspektive der aufgenommenen Gegenstände eine Versetzung der Bilder, des rechten nach der linken Seite und umgekehrt, vornehmen. Im widrigen Falle erhalten wir eine falsche Vorstellung von der Perspektive und die nahe liegende Gegenstände werden uns entfernt erscheinen und umgekehrt.

Bei der Korrektion der Bilder der betrachteten Gegenstände in der lateralen Augen findet derselbe Vorgang statt und folglich ist zur Erzielung einer richtigen Vorstellung von der Perspektive dieser Gegenstände die Versetzung der Bilder, des rechten auf die linke Seite und umgekehrt, erforderlich. De facto wird diese

Versetzung im Sehapparat durch das Chiasma der Sehnerven erzielt. Hier findet eine Kreuzung der Sehaxen und gewissermassen die Betrachtung des Bildes des linken Auges durch den rechten Lobus opticus und umgekehrt statt.

Als Argument gegen diesen letzteren Punkt wird gewöhnlich der Umstand angeführt, dass bei den Tieren mit einander dicht genäherten Augen, wie z. B. beim Menschen, beim Hunde, denen manche Forscher allein die Fähigkeit des binokularen Sehens zuzuschreiben geneigt sind, wir auf eine unvollkommene Kreuzung der Sehnerven stossen. Abgesehen von den oben angeführten Erwägungen in Bezug auf den optischen Zusammenhang der Kreuzung der Sehnerven mit dem stereoskopischen binokularen Gesicht, muss ich darauf hinweisen, dass das Fehlen der Fähigkeit des stereoskopischen Sehens bei den Tieren mit weit von einander entfernten Augen eine äusserst gewagte Behauptung ist. Ausser solchen anatomischen Argumenten, wie das Vorhandensein eines zweiten gelben Fleckes oder mit anderen Worten einer zweiten für das binokulare Sehen geeigneten Gesichtsaxe im Auge der Vögel, kann gegen diesen Standpunkt noch der Hinweis allgemeinen Charakters angeführt werden, dass ja doch sämtliche Wirbeltiere vor sich sehen ohne den Kopf seitwärts zu wenden, folglich unabhängig von der Stellung ihrer Augen an den Seiten des Kopfes ein gewisser vor dem Kopfe befindlicher Distrikt im Gesichtsfeld beider Augen gleichzeitig liegt und wenn sie auch kein binoculares Sehen haben, so haben sie jedoch eine Koordination der beiden Bilder, mit jedem Auge appart aufgenommen. Für die uns interessierende Frage sind die beiden Fälle ganz gleich. Ausserdem wird nach den Angaben Charkot's, Landolt und anderer die unvollkommene Kreuzung der NN. optici im Chiasma des Menschen und der höheren Säugetiere bei denselben durch eine teilweise Kreuzung der Fasern zwischen den Lobi optici und den Sehzentren der Hemisphären vervollständigt, so dass sämtliche vom linken Auge empfangenen Eindrücke in die rechte Haemisphäre gelangen und umgekehrt. Dieser Umstand lässt die Behauptung zu, dass bei diesen Wirbeltieren die Umkehrung der Sehempfindung nur nach rückwärts verschoben ist und durch die Kreuzung der das vermittelnde Sehzentrum mit den höheren Koordinationszentren verbindenden Bahnen ersetzt wird. Auf diese Weise bleibt das Wesen des Prozesses dasselbe und nur gewisse Details in den Wechselbeziehungen der einzelnen Teile des Sehapparates zueinander haben sich verändert.

Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Verschiebung der Kreuzung der Sehnerven mit einer Vervollkommnung der Koordination beider Augen im Zusammenhange steht. In der Tat sind die Augen des Menschen, der Katze und anderer Tiere mit einander dicht genäherten und nach vorwärts gerichteten Augen ausschliesslich dem koordinierten binokularen Sehen angepasst. Das Sehen mit einem

Auge wird hier erst bei Schliessung des anderen möglich und wird unter normalen Umständen gar nicht angewandt. Bei den anderen Tieren mit weit auseinandergeschobenen und nach den Seiten schauenden Augen ist das binokulare koordinierte Sehen nur eine der Möglichkeiten, welche gleichzeitig mit dem Sehen mit jedem Auge einzeln existiert. Infolgedessen bewahren die Augen im letzteren Falle ihre Bedeutung als selbständige, jedes für sich seinen Lobus opticus innervierende Einheiten, während sie im ersteren Falle ihrer Bedeutung als selbständige Sehorgane verlustig gehen und sich hier eine Reihe von komplementären Momenten in der koordinierenden Tätigkeit der Augen, so die Aufeinanderlegung ein und desselben, von beiden Augen selbständig empfundenen Teiles des Objektes in den Lobi optici und die Beendigung der Kreuzung der Sehnerven durch die letzteren, ausbildet.

In grossen Zügen lässt sich folgendes Bild der Evolution der Kreuzung der Sehnerven entwerfen. Als erste Stufe dient die Kreuzung der Sehnerven zwischen den Augen und dem Neuralrohr. In diesem Stadium treffen wir dieselbe bei den Knochenfischen an. Die Kreuzung der Sehnerven zwischen Auge und Neuralrohr steht mit der Erhaltung von Spuren der primären kreuzweisen Innervierung durch die Augen der motorischen Kerne ihres Segmentes, die noch nicht zu dem unpaaren motorischen Kern des Chiasmas der NN. optici verschmolzen sind, im Zusammenhange. Für die Knochenfische ergiebt sich auf diese Weise der Uebertragungsmoment der Innervierung von den motorischen Kernen auf die Lobi optici noch vor der Verschmelzung der motorischen Kerne miteinander.

Die folgende Stufe ist die Bildung der Kreuzung an Stelle der verschmolzenen Kerne in Gestalt des Chiasma der NN. optici. Auf diesen Stufen bewahren die Augen noch durchaus ihre Unabhängigkeit von einander und das koordinierte oder binokulare Sehen kommt hier durch die Kombination zweier völlig selbständiger, in ihrer Gesamtheit den Lobi optici der gegenüberliegenden Seite übermittelter Bilder zustande.

Der letzten Station endlich begegnen wir bei den Säugetieren in verschiedenem Grade bei der Anpassung des Auges bereits ausschliesslich an das binokulare Sehen. Hier bilden die paarigen Augen mit ihren paarigen Komplementärorganen ein einheitliches unpaares Sehorgan. Die Tractus übermitteln nach Passieren der Kreuzung nur die halben von beiden Augen empfangenen Bilder des betrachteten Gegenstandes an die Lobi optici, die Augen dem Nerv ihrer Seite nur einen Teil ihrer Sehempfindungen. Kurz alle Grundelemente, wie die Augen selbst, die Lobi optici, büssen ihre Bedeutung als Abschnitte eines paarigen Organes einer Seite ein und gewinnen die charakteristischen Züge der Elemente eines gemeinsamen unpaaren Organes.

Auf diese Weise haben wir es in dem Gange der Empfindung der Scheindrücke durch die lateralen Augen mit unzweifelhaften Hinweisen auf eine allmähliche Entwickelung der Vorrichtungen zur Korrektion des durch die Linse umgekehrten Bilder, zur Erhaltung einer richtigen Vorstellung von den tatsächlichen Dimensionen des betrachteten Gegenstandes und endlich zur Koordinierung der Tätigkeit beider Augen zur Erhaltung einer genauen Vorstellung von der Entfernung der verschiedenen Objekte, zu tun.

In den Parietalaugen begegnen wir folgenden drei Momenten, die es uns gestatten uns über den Perzeptiongsprozess der Scheindrücke Klarheit zu schaffen.

Erstens sind die Stäbchen der Retina zwischen den Fortsätzen der Pigmentzellen eingebettet.

Zweitens bilden die Fortsätze der Pigmentzellen für das Licht impermeable Hüllen um die Stäbchen.

Drittens reagieren die Fortsätze der Pigmentzellen auf die Lichtstrahlen in der Weise, dass sie sich den fallenden Lichtstrahlen entgegen strecken und in ihren Enden das Pigment konzentriert wird, wodurch die Stäbchen der Retina von der direkten Einwirkung des Lichtes isoliert werden.

Viertens liegen die vermittelnden Elemente hinter der lichtempfindenden Schicht.

Ueber das Vorhandensein von Sehpurpur in den Stäbchen der Retina der Parietalaugen ist uns ebenso wenig bekannt wie über die Wechselreaktionen zwischen demselben und den Pigmentzellen, doch können wir auch hier, in Anbetracht der Identität der übrigen Reaktionen der Pigmentzellen mit den oben geschilderten Reaktionen in den lateralen Augen, das Vorhandensein derselben Beziehungen zwischen denselben und den Stäbchen der Retina annehmen. Wir stossen hier auf eine völlige Identität der Wechselbeziehungen zwischen den Pigmentzellen und den Stäbchen der Retina der lateralen Augen mit denen in den Epiphysen, was, neben der Entwickelung der letzteren in den Epiphysen aus derselben Zellenschicht, nochmals die Richtigkeit der oben ausgesprochenen Ansicht über die Vermittelung des Reizes den Stäbchen und Zapfen der Retina durch die Pigmentzellen bestätigt. In dieser Reaktion zwischen diesen so stark veränderten Nervenelementen haben wir vielleicht das frappanteste Beispiel des Einflusses der Nervenzellen aufeinander durch den Kontakt vor uns.

Auf diese Weise findet in den Epiphysen eine ebensolche Entwerfung des Bildes des Objektes auf einem stark pigmentierten, die Lichtstrahlen absorbierenden sensiblen Ekran statt, nur befinden sich die vermittelnden Elemente hier hinter diesem Ekran, so dass dieselben das vollständige umgekehrte Bild aufnehmen.

Ein solches Bild kann ohne jegliche komplimentäre mechanische

Vorrichtungen durch einen einfachen psychologischen Akt in seine ursprüngliche Lage züruckversetzt werden.

Bei der Existenz paariger nach einer Seite gerichteter Sinnesorgane, wie wir dies beim Neunauge sehen, wurde die psychologische Vorrichtung zur richtigen Empfindung der Scheindrücke in jedem Auge dadurch komplizierter, dass zwei Organe, deren Bilder gegenseitig koordiniert sein müssen, vorhanden sind, und wir sehen hier infolgedessen das Vorhandensein von Spuren gewisser mechanischer Vorrichtungen, welche an die eben für die lateralen Augen beschriebenen gemahnen, so z. B. das Aufliegen der empfindlichen Elemente der Linse auf der Pigmentschicht. Diese Spuren weisen zweifellos auf eine gewisse Anpassung der Epiphysen an die Tätigheit als mit einander koordinierte Sinnesorgane hin.

Bei der Entstehung des unpaaren Sehorganes wurden der psychologischen Vorrichtung viel weiter Grenzen gesetzt, da ja der zweite Kontrollpunkt in Gestalt des zweiten, mit dem übriggebliebenen Organ kombinierten Sinnesorganes, verschwunden war und das Parietalauge der Reptilien war als unpaares an der Medianlinie gelegenes Organ in günstigere Bedingungen für die psychologische Anpassung zur richtigen Aufnahme des durch die Linse umgekehrten Bildes versetzt. Gleichzeitig büsste dieses Organ, dank seiner unpaares Stellung an der Medianlinie, jedliche Bedeutung für die exakte Bestimmung der Lagebeziehung des Tieres zu den umgebenden Gegenständen ein. Beim Vorhandensein der paarigen koordinierten lateralen Augen musste dieses Organ dem Tiere eher hinderlich sein und bald genug verschwinden. Diese Erscheinung lässt sich denn auch in der Tat in Gestalt einer ganzen Reihe die Funktion des Parietalauges abschwächender Anpassungen beobachten, so z. B. der Ausbildung von Pigment in der Linse des funktionsfähigen Parietalauges von Varanus; vor allen Dingen ist hier aber die höchst beschränkte Formenzahl, die über ein funktionsfähiges Parietalauge verfügt, bezeichnend. Nur bei einer Reihe von Amphibien und niederen Reptilien und noch bei gewissen höheren Crossopterigii begegnen wir funktionsfähigen unpaaren Parietalaugen, wobei noch die grösste Mehrzahl dieser Tiere schon in längst vergangenen Epochen ausgestorbenen Formen angehört, und nur während eines kurzen Stadiums der phylogenetischen Entwickelung der Wirbeltiere treffen wir funktionierende, oder besser gesagt, funktionsfähige Parietalaugen an.

Erklärung der Abbildungen.

TAFEL I.

Fig. 1. Querschnitt durch das Blastoderm des Embryo am Anfang von Differenzierung der Keimblätter.

„ 2. Querschnitt durch das Blastoderm des Embryo im Moment der Absonderung der lateralen Ectodermblätter.

„ 3—7. Querschnitte (100, 125, 140, 160, 216) durch einen ungefähr 12 Stunden bebrüteten Embryo. Allmälige Differenzierung der Chorda und der Nervenrinne.

„ 8—10. Querschnitte (17, 26, 45) durch die Firste der Nerwenwülste eines ungefähr 12 Stunden bebrüteten Embryo (u—Firste des Lateralkamms).

„ 11—13. Querschnitte (19, 23, 34) durch die Firste der Nervenwülste eines Embryo mit vier Somiten (u—Firste des Lateralkamms).

„ 11—16. Querschnitte (14, 24, 30) durch die Firste der Nervenwülste eines Embryo mit fünf Somiten (u — Firste der Lateralkämme, gb — Anlagen der Nervenleisten).

TAFEL II.

Fig. 17. Querschnitt (43) durch die Firste der Nervenwülste eines Embryo mit fünf Somiten.

„ 18—21. Querschnitte (12, 23, 43, 56) durch die Firste der Nervenwülste eines Embryo mit sechs Somiten.

„ 22. Querschnitt durch das Neuralrohr in der Region des zweiten metaotischen Somiten eines Embryo mit neun Somiten.

„ 23. Querschnitt durch die Nervenleisten der prootischen Region eines Embryo mit neun Somiten.

„ 24—25. Querschnitte durch die Nervenleisten der prootischen Region eines Embryo mit 10 Somiten. Ihr allmäliger Zerfall verbreitet sich an den Seiten des Neuralrohrs.

„ 26. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs. Querschnitt durch einen Embryo mit zwölf Somiten.

„ 27. Querschnitt durch einen Embryo mit 14 Somiten in der Region des ersten Paars Lateralstränge.

„ 28. Theil desselben Schnitts bei stärkerer Vergrösserung. Structur des Lateralstrangs.

„ 29. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs an einem Embryo mit 14 Somiten.

„ 30. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs an demselben Embryo an einem, etwas nach rückwärts von vorigem, geführten Schnitt.

Fig. 31. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Nervenrohrs an demselben Embryo und Anschliessen der Zellen des zweiten Paars Lateralstränge aneinander.

„ 32. Querschnitt durch einen Embryo mit 14 Somiten in der Region des dritten Paars Lateralstränge geführt.

TAFEL. III.

Fig. 33. Querschnitt durch einen Embryo mit 14 Somiten in der Fläche des zweiten Somitenpaars.

„ 34. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs an einem Embryo mit 15 Somiten in der Region des zweiten Paars Lateralstränge.

„ 35. Querschnitt durch den vorderen Theil des zweiten Paars Lateralstränge an demselben Embryo.

„ 36. Querschnitt durch das dritte Paar Lateralstränge eines Embryo mit 15 Somiten.

„ 37. Quershnitt durch die Anlage eines Rückenmarkganglions an einem Embryo mit 15 Somiten.

„ 38—39. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs an einen Embryo mit 17 Somiten in der Region des zweiten Paars Lateralstränge.

„ 40—41. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs an einem Embryo mit 17 Somiten bei stärkerer Vergrösserung.

„ 42. Längsschnitt durch das zweite Paar Lateralstränge eines Embryo mit 17 Somiten.

„ 43. Theil eines Querschnittes durch die Nackenregion eines Embryo mit 17 Somiten.

„ 44. Längsschnitt durch die Papille des Riechnerven an einem Embryo mit F. P. 1,2 mm.

„ 45. Etwas abgeschrägter Längsschnitt durch die Papille des Riechnerven eines Embryo mit F. P. 1,2 mm.

„ 46. Gewebezerfall der dorsalen Seite des Neuralrohrs an einem Embryo mit F. P. 1,2 mm.

„ 47. Querschnitt durch das Hörgrübchen eines Embryo mit F. P. 1,2 mm.

„ 48. Längsshnitt durch das dritte Paar Lateralstränge eines Embryo mit F. P. 1,2 mm.

„ 49. Querschnitt durch die Firste der Nervenwülste im Rumpf eines Embryo mit F. P. 1,2 mm.

„ 50. Schnitt durch die Basis des zweiten Paars Lateralstränge eines Embryo mit F. P. 1,6 mm.

„ 51. Schnitt durch die Wurzeln des Oculomotorius eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.

„ 52. Schnitt durch die Wurzeln des Oculomotorius eines Embryo mit F. P. 1,9 mm.

Fig. 53. Längsschnitt durch die Anlage des Ganglion rami ophtalmici nervi trigemini eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.

„ 54—55. Ectodermale Papillen in der Region der Verbreitung des Ramus ophtalmicus nervi trigemini an einem Embryo mit F. P. 1,8 mm.

TAFEL IV.

Fig. 56. Längsschnitt durch den Ramus mandibularis nervi trigemini eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.

„ 57. Schnitt durch die epibranchiale Placode des Ramus mandibularis nervi trigemini eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.

„ 58. Schnitt durch die epibranchiale Placode des Nervus facialis mit F. P. 1,8.

„ 59. Querschnitt durch das Hörgrübchen und den Acusticus eines Embryo mit F. P. 1, 8mm.

„ 60. Schnitt durch das Rückenmarkganglion des hinteren Rumpfabschnitts eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.

„ 61. Schnitt durch das Rückenmarkganglion des vorderen Rumpfabschnitts eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.

„ 62. Längsschnitt durch die Papille des Riechnerven eines Embryo mit F. P. 2.2 mm.

„ 63. Längsschnitt durch den Oculomotorius eines Embryo mit F. P. 2,2 mm.

„ 64. Schnitt durch die Wurzeln des Trigeminus ramus mandibularis eines Embryo mit F. P. 2,2 mm.

„ 65. Theil einer Zwischennervenfaser zwischen dem Neuralrohr und dem Ganglion nervi vagi.

„ 66. Längsschnitt durch das Ganglion nervi vagi eines Embryo mit F. P. 2,2 mm.

„ 67. Schnitt durch die Wurzeln des Ramus mandibularis n. trigemini eines Embryo mit F. P. 2,4 mm.

„ 68. Spindelförmige Zellen und Plasmafasern an den Wurzeln des Glossopharyngeus an einem Embryo mit F. P. 2,4 mm.

„ 69. Einzelne Faser des Abducens eines Embryo mit F. P 2,4 mm.

„ 70. Schnitt durch die Wurzeln des Ramus mandibularis n. trigemini eines Embryo mit F. P. 2,5 mm.

„ 71. Stamm des Abducens eines Embryo mit F. P. 2,5 mm.

„ 72. Querschnitt durch das Neuralrohr in der Region der Commissura n. vagi.

„ 73. Wurzeln des Oculomotorius eines Embryo mit F. P. 2,8.

„ 74. Theil eines Sagittalschnitts durch einen Embryo mit F. P. 8 mm. mit vom Gehirne abgehenden Motorwurzeln zwischen dem Abducens und Hypoglossus.

Fig. 75. Wurzeln des Abducens bei starker Vergrösserung an einem Embryo mit F. P. 2,8 mm.
„ 76. Schnitt durch die Wurzel des Vagus eines Embryo mit F. P. 2, 8 mm.

TAFEL V.

Fig. 77. Schnitt durch den Chiasmakern an einem Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 78. Schnitt durch die Wurzeln des R. ophtalmicus nervi trigemini eines Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 79—80. Schnitt durch die Wurzeln des R. mandibularis nervi trigemini eines Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 81. Schnitt durch die Wurzeln des Acustico-Facialis eines Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 82. Schnitt durch die Wurzeln des Glossopharyngeus eines Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 83. Einzelne Faser eines Ganglions des Vagus, an einem Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 84—85. Wurzeln des Vagus eines Embryo mit F. P. 3,3 mm,
„ 86. Schnitt durch die Chiasma des Trochlearis an einem Embryo mit F. P. 4 mm.
„ 87. (T. IV). Querschnitt an einem Embryo mit F. P. 4 mm. durch den Trochlearis geführt.
„ 88. Schnitt durch das Geruchsgrübchen eines Embryo mit F. P. 4 mm.
„ 89—90. Schnitte durch die Wurzeln des Ramus mandibularis n. trigemini eines Embryo mit F. P. 4 mm.
„ 91. Schnitt durch die Wurzeln des Acusticus eines Embryo mit F. P. 4 mm.
„ 92. Schnitt durch die Wurzeln des Facialis eines Embryo mit F. P. 4 mm.
„ 93. Schnitt durch die Wurzel des Glossopharyngeus eines Embryo mit F. P. 4 mm.
„ 94. Schematische Darstellung der gegenseitigen Beziehungen zwischen den Fasern des Motorkerns und dem Rückenmarkganglion.
„ 95. Chiasma des Trochlearis an einem Embryo mit F. P. 4,5 mm.
„ 96. Schnitt durch die Wurzeln des R. mandibularis n. trigemini eines Embryo mit F. P. 3,3 mm.
„ 97. Schnitt durch die Wurzel des vorderen Stamms des Hypoglossus an einem Embryo mit F. P. 2,5 mm.

TAFEL VI.

Fig. 98. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems im Kopfe eines Embryo mit 17 Somiten.
„ 99. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems eines Embryo mit F. P. 1,2 (20 Somiten).

Fig. 100. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems eines Embryo mit F. P. 1,6 mm.
„ 101. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems im Kopfe eines Embryo mit F. P. 1,8 mm.
„ 102. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems im Kopfe eines Embryo mit F. P. 2,2 mm.
„ 103. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems eines Embryo mit F. P. 2,4 mm.
„ 104. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems eines Embryo mit F. P. 2,5 mm.
„ 105. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems eines Embryo mit F. P. 2,8 mm.
„ 106. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems eines Embryo mit F. P. 3,3. mm.
„ 107. Graphische Reconstruction eines Embryo mit F. P. 4 mm.

TAFEL VII.

Fig. 108. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems im Kopfe eines Embryo mit F. P. 4,5 mm.
„ 109. Graphische Reconstruction des peripheren Nervensystems im Kopfe eines Embryo mit F. P. 5,5 mm.
„ 110. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems im Kopfe eines Embryo mit F. P. 8,5 mm.
„ 111. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems der Nackenregion eines Embryo mit F. P. 8,8.
„ 112. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems der Nackenregion eines Embryo mit F. P. 9 mm.
„ 113. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems der Nackenregion eines Embryo mit F. P. P. 1,3 mm. Der Schädel ist längs der Linie der Löcher zum Durchgang von Motorwurzeln durchschnitten dargestellt.

TAFEL VIII.

Fig. 114. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems im Kopf eines Schweins mit F. P. 3 mm. 1v ist a. v. der vorigen Abbildungen homolog, 2 v — 1 v der vorigen Abbildungen.
„ 115. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems im Kopf eines Schweins mit F. P. 5 mm.
„ 116. Graphische Reconstr. des periph. Nervensystems im Kopf eines Schweins mit F. P. 7 mm.

Abkürzungen.

au — Ohr.
br. 1, br. II u. s. w.—die erste, zweite u. s. w. Kiemenspalte.

1 gc., 2 gc. u. s. w.—das erste, zweite u. s. w. Ganglion der Commissur des Vagus.

1 sp., 2 sp. u. s. w.—1, 2 u. s. w. Rückenmarkganglien.

1 v., 2 v. u. s. w.—1, 2 u. s. w. ventrale Motorwurzeln.

c, 1, 2, u. s. w.—1, 2 u. s. w. Somiten.

I — Geruchsplacode und Riechnerv.

II — Sehnerv.

III — N. oculomotorius.

VI — N. trochlearis.

V r. o. — Ramus ophtalmicus nervi trigemini.

V r. m. — Ramus mandibularis.

VI — N. abducens.

VII — N. facialis.

VIII — N. acusticus.

IX — N. glossopharyngeus.

X — N. vagus.

XI — N. accessorius Willisii.

1, XII — N. hypoglossus.

ep — Epiphyse.

m. o. s. — Musculus obliquus superior.

m. r. ex. — Musculus rectus externus.

m. o. m. — Zelenanhäufung in der Region des Ganglion ciliare.

m. r. c. — Muskelanlagen, vom Oculomotorius innervirt.

v. 4 — Hülfsbündel zum Oculomotorius vom Kerne des Trigeminus.

TAFEL VIIIa.

Schema 1. Kompillatives Schema des Baues des Vorderabschnittes des Nervensystems der Wirbeltiere, konstruiert: 1 *a* nach dem Neunauge (die Vereinigung der ventralen und dorsalen Wurzeln ist schematisch bezeichnet nach Myxine) (Koltzoff, Neal, Hatschek, Kupfer und Ahlborn), 1 *b* nach dem Schwein (eigene Untersuchungen), 1 *c* nach den Selachiern—*Hexanchus, Acanthias* (Platt, Neal, Locy, Van Wijhe); 1 *d* nach dem Huhn (eigene Untersuchungen).

Segment 1. Bau des Olfactoriussegmentes bei der Notidaniden. Rechts—schematisches Idealstadium aus der Entwickelungsgeschichte des Geruchsapparats der Selachier, links—Struktur desselben Apparates bei Hexanchus. Der embryonale Riechnerv und- ganglion bilden sich in den sog. N. terminalis um.

Segment 2. Umbildung der entsprechenden Teile im Opticussegment. Die linke Seite ist gleichzeitig gewissermassen das Anfangsstadium des ganzen Umbildungsprozesses der dorsalen Plakoden und accessorischen Sinnesorgane in komplizierte Sinnesorgane.

Segment 3. Umwandlung der dorsalen Plakoden in die Scheitelaugen beim Neunauge.

Das Ganglion N. thalamici ist auf der rechten Seite auf Grund der hier bei den Haien stattfindenden Bildung dieses Ganglions konstruiert.

Segment 4. Oculomotorius-Segment. Die dorsalen Plakoden nehmen an der Bildung des G. rami ophtalmici V und des Ganglion ciliare Anteil.

Segment 5. Trochlearis-Segment. Die dorsalen Plakoden z. T. innerhalb des Neuralrohrs (dorsales Kernchen N. trochlearis bei den Vögeln), z. T. bilden sie den G. rami ophtalmici. Links steht beim Neunauge der motorische Nerv noch mit seinem segmentalen Ganglion, dem G. r. ophtalmici in Beziehung, rechts—bei den Haien und Reptilien—ist dieser Zusammenhang z. T. schon aufgehoben und hat sich nur in Gestalt der Verbindung durch ein Zwischenganglion, das sog. Ganglion n. trochlearis, erhalten.

Segmente 6, 7, 8 und 9. Gebiet des Plexus des N. abducens. Links ist beim Neunauge der N. abducens nur im 6-ten Segment ausgebildet, rechts im 6-ten, 7-ten und 8-ten während des Embryonallebens.

Diese ganze Region kann zusammen mit der folgenden als Gebiet der Epibranchialganglien bezeichnet werden.

Segmente 10, 11, 12, 13, 14, 15 u. 16. Gebiet des N. hypoglossus. Links das Anfangsstadium der Plexusbildung, die gemeinsame Umbiegung des Kiemenapparates; rechts—bereits bei den Säugetieren—die ersten Anzeichen der endgültigen Verschmelzung dieser Nerven.

Schema 2. Entwickelung des Geruchsapparates der Vögel. Links *a*—Embryonalstadium, rechts *b*—Struktur desselben beim erwachsenen Vogel.

Schema 3. Epibranchialregion bei den Haien. Entwickelung der Plexi des Abducens, Hypoglossus und N. lateralis.

Schema 4. Epibranchialregion beim Vogel: *a*) linke Seite. Embryonalstadium, *b*) erwachsener Vogel.

Durch rote Farbe sind überall die ventralen motorischen Abschnitte der motorischen Kerne und deren Fasern gekennzeichnet, durch violette—die dorsalen Abschnitte der motorischen Kerne, durch schwarze—die dorsalen sensiblen Plakoden und deren Derivate und durch blaue—die Plakoden der accessorischen Sinnesorgane und deren Derivate.

In sämtlichen Fällen ist das Zentrum durch einen Knoten und der von demselben ausgehende Nerv durch eine Linie angegeben.

Bezeichnungen.

1 . . . . . xvm — ventraler Abschnitt des motorischen Kernes.

1 . . . . . xdm — dorsaler Abschnitt des motorischen Kernes.

1 . . . . . xds — dorsales sensibles Zentrum (dorsale Plakode).

1 . . . . . xdsy u. dmy—die entsprechenden Elemente des sympathischen Ganglions.

vpg — N. vagus Ramus intestinalis.
vnl — N. vagus, R. lateralis.
gds — Dorsales Ganglion.
1 . . . xves — N. vagus, Epibranchiale Ganglien (Plakoden).
α — xhy — α u. s. w. Wurzeln des Hypoglossus.
1 — 4 ab — 1 — 4 an der Bildung des Plexus d. N. abducens teilnehmende Wurzel.
ads — Gehörganglion.
gds — dorsales Ganglion N. glossopharyngei.
fds — „ „ N. facialis.
tds — „ „ N. trigemini (R. maxillaris).
vds — „ „ N. vagi.
tes — epibranchiales Ganglion N. trigemini (R. mandibularis).
fes — „ „ N. facialis.
ges — „ „ N. glossopharyngei.
ves — „ „ N. vagi.
vads (10 ds) — Vagus - Anhang.
trds — dorsale Plakode des Trochlearis-Segmentes und deren Derivate.
ods — „ „ „ Oculomotorius.
ntr — N. trochlearis.
no — N. oculomotorius.
nth — N. thalamicus,
eds — Epiphyse.
hds — Ganglia habenulae.
mcp — Kerne der primären Fasern der Commissura posterior.
nch — Kern des Chiasma N. optici.
rds — Plakode der Retina.
els — „ „ Linse.
nol — hypothetischer Kern des Olfactoriussegmentes.
n. ter — N. terminalis.
oles — Plakode des N. olfactorius (N. terminalis) — Derivat der Riechplakode.
olds — Dorsale Plakoden der Lobi olfactorii.
fl. ol — Filamenta olfactoria.
pf — hypothetischer primärer Nerv der Linse längs dem Proc. falciformis verlaufend.
p. XII — Pseudohypoglossus des Neunauges.
xl — Plexus N. lateralis.

Literaturverzeichniss.

Froriep, A. 1892. Entwicklungsgeschichte des Kopfes. Ergebnisse d. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. I, pp. 551—605.

— 1885. Ueber Anlagen von Sinnesorganen am Facialis, Glossopharyngeus und Vagus, über die genetische Stellung des Vagus zum Hypoglossus und über die Herkunft der Lungenmuskulatur. Arch. für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1885.

— 1886. Zur Entwicklungsgeschichte der Wirbelsaüle, in besondere des Atlas und Epistropheus und der Occipitalregion. Arch. für Anatomie und Physiologie. 1886.

— 1891. Zur Entwicklungsgeschichte der Kopfnerven. 1) Ueber die Entwicklung des Trochlearis bei Torpedo. 2) Ueber die Kiemenspalteorgane der Selachierembryonen. Verh. Anat. Ges. 5. Ver. München.

— 1862. Ueber ein Ganglion des Hypoglossus und Wirbelanlalagen in der Occipitalregion. Arch. Anat. und Phys. Anat. Abt. 1882.

Van Wijhe. 1882. Ueber die Mesodermsegmente und die Entwicklung der Nerven des Selachierkopfes. Academie zu Amsterdam. 1882.

— 1886. Ueber Somiten und Nerven im Kopfe von Vögel- und Reptilienembryonen. Z. Anz.

— 1886. Ueber die Kopfsegmente und die Phylogenie des Geruchsorgane der Wirbelthiere. Z. Anz. 1886.

Gegenbaur, C. 1887. Die Metamerie des Kopfes und die Wirbeltheorie des Kopfskelettes im Lichte der neueren Untersuchungen betrachtet und geprüft. Morpholog. Jahrbuch XIII.

— 1887. Ueber die Occipitalregion und die ihr benachbarten Wirbel der Fische. Festschrift zu A. v. Kölliker.

Marshall, A. M. On the early stages of development of the Nerves in Birds. Jour. Anat. Physiol. vol. II. 1887.

— 1878. The development of the Cranial Nerves in the Chick. Quart. Jour. Micr. Sc. N. S. vol. 18.

— 1882. The segmental value of the Cranial Nerves. Jour. Anat. Physiol. vol. XVI.

Goronowitsch, N. 1886. Das Gehirn und die Cranialnerven von Acipenser ruthenus. Morphol. Jahrbuch. Bd. XIII.

— 1893. Untersuchungen über Entwicklungsgeschiechte der sog. „Ganglienleisten“ im Kopfe der Vögelembryonen. Morph. Jahrb. Bd. 20.

— 1892. Die axiale und laterale (A. Goette) Kopfmetamerie des Vogelembryonen. Anat. Anz. 1892.

— 1898. Untersuchungen über die erste Anlage der Cranialnerven bei Salmo fario. Nouv. Mém. Soc. Nat. Moscou. T. XVI 1898.

Platt, Julia. Studies on the primitive axial segmentation of the Chick. Bull. of Harvard College, vol. XVII.

— 1891. A contribution to the morphology of the Vertebrates head, based on a study of Acanthias vulgaris. Jour. Morph. Boston. Vol. V. 1891.

— 1899. Ontogenetische Differenzirung des Ectoderm in Necturus. I. Stud. Arch. mikr. Anat. Bd. XLIII.

— 1896. Ontogenetic differentiations of the ektoderm in Necturus. St. 2. On the development of the peripheral Nervous System 9. Soen. micr. sci. vol. XXXVIII.

Fürbringer, M. Ueber die spino-occipitalen Nerven der Selachier und Holocephalen und ihre vergleichende Morphologie. Festschrift von Gegenbaur. 1897.

— 1902. Morphologische Streitfragen 1. Nervus trochlearis. 2. Rabl, Methode und Behandlung der Extremitätenfrage. Morph. Jahrbuch. Bd. XXX.

Neal. Development of the hypoglossus musculature in Petromyzon und Squalus. Anat. Anz. Bd. XIII, 1897.

— 1898. The segmentation of the nervous system in Squalus Acanthias. Bull. Mus. Harvard. Coll. vol. XXXI.

— 1903. The development of the ventral nerves in Selachii. I. Spinal. ventral nerves. Mark. Anniv. Vol. dit XV.

Koltsoff. 1902. Entwicklungsgeschichte der Kopfes von Petromyzon Planeri. Bull. Soc. Nat. Moscou. T. XV.

Sewertzoff. 1895. Die Entwicklung der Occipitalregion der niederen Vertebraten im Zusammenhang mit der Frage über die Metamerie des Kopfes. Bull. Soc. Nat. Moscou.

— 1898. Die Metamerie des Kopfes von Torpedo. Anat. Anzeiger. Bd. 14.

— 1902. Zur Entwicklungsgeschichte des Ceratodus Forsteri. Anat. Anzeiger. XXI.

Carpenter. The development of the Oculomotor Nerve, the Ciliary Ganglion and the Abducens Nerve in the Chick. Bull. of the Museum of Harv. Coll. vol. XLVIII.

Hoffmann. Weitere Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Reptilien. Morphol. Jahrb. Bd. 11.

— 1894. Zur Entwicklungsgeschichte der Selachierkopfes. Anat. Anzeig. IX.

Eizeg. Die Capitelliden. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. XVI.

Kennel. Die Verwandschaftverhältnisse der Arthropoden. Schriften, her. v. d. Naturforscherges. bei Univ. Dorpat. VI.

Zograff. Sur l'origine et les parentés des Arthropodes, principalement des Arthropodes tracheates. Congrès inter. de Zoologie, Moscou.

Locy. 1895. The Vertebrate Head. Jour. of Morphol. Vol. XI.

— 1605. On a newly recognisated Nerve of Selachian Brain. Anat. Anzeig. 1905.
— 1899. New fact, regarding the development of the Olfactory Nerve. Anat. Anzeig. XVI.
Johnston. The Nervous system of Vertebrates. 1907.
— The Brain of Petromyzon. Journal of comp. Neurology. XII.
— The Morphology of the Verterbate Head from the new point of the functional divisions of the Nervous system. ibidem XV.
Ahlborn. Untersuchungen über das Gehirn der Petromyzonten. Zeitschrift für wiss. Zoologie. XXXIX.
Burkhardt. Die Zirbel von Ichtyophis und Protopterus Annectens. Anat. Anzeig. VI.
— Das Centralnervensystem von Protopterus Annectens.
Kuppfer. Studien der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der Kopfes der Kranioten.
— Die Morphogenie des Centralnervensystem (Hertwig, Hand. der exp. und vergl. Entwicklungslehre).
Balfour. The development of Elasmobranchs. Jour. of Anat. and Physiol. X.
Lenhossek. Beobachtungen an den Spinalganglien und Rückenmarck von Pristiurusembryonen. Anat. Anzeig. VII.
Müller, J. Vergleichende Anatomie der Myxinoiden.
Dendy, A. On the development of the Parietal Eye and adjacent organes in Sphenodon (Hatteria) Quart. Jour. Micr. Sci. 1899.
— The Parietal Eye of New Zeeland Lamprey (Glotua australis). Ibidem. 1907.
Dohrn. Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. Mitteilungen Zool. Station zu Neapel (3, 14, 15, 16, 17, 18—21, 22—25).
Beard. The development of the Peripheral Nervous system of Vertebrates. Quart. Jour. XXIX.
— The system of branchial Sense organs and their associated Ganglia in Ichtyopsida. Quart. Jour. Micr. sci. 1885.
Suschkin. Morphologie des Vogelskeletts. I. Schädel von Tinnunculus. Nouv. Mém. Soc. Nat. Moscou. T. XVI. 1899.
Harrisson. Ueber die Histogenese des peripheren Nervensystems bei Salmo salar. Arch. f. mikr. Anat. Bd. LVII.
Chiaruggi. Lo sveluppo dei nervi vago, accessorio, ipoglosso et primi cervicali nei Sauropsidi e nei Mammiferi. Atti Soc. Tosc. Men. Vol. X.
Braus. Beiträge zur Entwicklung der Musculatur und des peripheren Nervensystems der Selachier. 1. Theil. Die metaotischen Urwirbel und spinooccipitalen Nerven. Morph. Jahrbuch. Bd. XXVII. 1899.
Hatschek. Metamerie des Amphioxus und der Ammocoetes. Verh. Anat. Ges. 1892.

— Zur Metamerie der Wirbelthiere. Nachtrag u. Berichtung. Anat. Anzeig. 1892.

Kastschenko. Das Schlundspaltegebiet des Hünchens. Arch. Anat. u. Physiologie. Anat. Abt. 1887.

Ihering. Das periphere Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig. 1878.

Pinkus. Ueber einen noch nicht beschriebenen Hirnnerven der Protopterus annectens. Anat. Anz. IX. 1894.

Van Bemmelen. Die Halsgegend der Reptilien. Zool. Anz. X. 1887.

Klinckovström, A. de. Le premier développement de l'oeil pinéal, l'épiphyse et le nerf pariétal chez Iguana tuberculata. Anat. Anz. VIII. 1893.

Novikoff. Ueber das Parietalauge von Lacerta agilis und Anguis fragilis. Biol. Central. Bd. XXVII 1907.

Spencer. On the presence and structure of the Pineal Eye in Lacertilia. Quart. Jour. Microsc. Sci. XXVII. 1886.

Studnicka. Die Parietalorgane (in Oppel's Lehrbuch der vergl. mikros. Anat. d. Wirbelt. 1904).

Beraneck. Ueber das Parietalauge der Reptilien. Jenaische Zeit. 1887.

Gotte. Entwicklungsgeschichte des Flussneunauges. 1890.

— Entwicklungsgeschichte der Unke. Leipzig. 1875.

Duval. Sur un cas d'absence des nerfs olfactifs. Comp. rend. de la Soc. de biol. 24 novembre 1883.

— Du degré d'atrophie des nerfs olfactifs compatible avec la persistance de l'olfaction chez l'homme (Bull. de la Soc. d'anthropologie). 1884.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1908.

Von

Prof. Dr. Ernst Leyst.

Die meteorologischen Beobachtungen im meteorologischen Observatorium beim Physico-Geographischen Institut der Moskauer Universität wurden im Laufe des Jahres 1908 in unveränderter Weise fortgesetzt und sowohl die Herren Beobachter, als auch das Instrumentarium, mit Ausnahme der Erdthermometer, blieben die früheren, so dass in dieser Beziehung nichts zu erwähnen ist. Es sei nur wiederholt, dass um 7^h a. m., 1^h p. m. und 9^h p. m. die directen Beobachtungen angestellt wurden und nach diesen die Constanten der selbstregistrirenden Apparate abgeleitet wurden. Die Coordinaten des Physico-Geographischen Instituts betragen:

55°45′ geographische Breite
37°34′ östliche Länge von Greenwich
156 Meter Seehöhe.

Luftdruck.

Die wahren 24-stündigen Monatsmittel des Luftdrucks betrugen im Jahre 1908:

	1908.	Normal.	Abweichung.
Januar	743.2 mm.	749.4 mm.	—6.2 mm.
Februar . . .	45.0 „	46.0 „	—1.0 „
März	55.3 „	48.9 „	+6.4 „

	1908.	Normal.	Abweichung.
April	49.7 mm.	48.4 mm.	+1.3 mm.
Mai	45.3 „	47.9 „	—2.6 „
Juni	47.5 „	44.9 „	+2.6 „
Juli	45.5 „	44.4 „	+1.1 „
August	41.8 „	45.8 „	—4.0 „
September . .	47.7 „	47.1 „	+0.6 „
October . . .	54.2 „	48.8 „	+5.4 „
November . .	47.2 „	47.2 „	0.0 „
December . .	51.0 „	48.0 „	+3.0 „
Jahr.	747.8 mm.	747.3 mm.	+0.5 mm.

Die einzelnen Stundenwerthe ergaben im Monatsmittel den nachstehenden Gang im Laufe des Tages.

Täglicher Gang des Luftdrucks: 700 mm. +

STUNDEN.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	November	December.	Jahr.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
0h a. m.	43.7	45.0	55.5	49.8	45.3	47.7	45.4	41.8	47.5	54.2	47.3	50.7	47.9
1 „	43.7	44.9	55.5	49.8	45.4	47.6	45.5	41.8	47.5	54.2	47.5	50.8	47.8
2 „	43.7	44.9	55.4	49.7	45.4	47.5	45.5	41.8	47.4	54.1	47.4	50.9	47.8
3 „	43.6	44.8	55.3	49.7	45.4	47.5	45.5	41.8	47.3	54.1	47.3	50.9	47.8
4 „	43.5	44.8	55.3	49.6	45.5	47.5	45.5	41.7	47.3	54.1	47.2	50.8	47.7
5 „	43.4	44.7	55.3	49.5	45.5	47.5	45.6	41.8	47.3	54.2	47.2	50.8	47.7
6 „	43.3	44.7	55.3	49.6	45.5	47.6	45.6	41.9	47.4	54.2	47.1	50.8	47.7
7 „	43.2	44.7	55.3	49.6	45.6	47.6	45.6	41.9	47.5	54.3	47.1	50.8	47.8
8 „	43.2	44.7	55.3	49.6	45.6	47.6	45.6	41.9	47.6	54.4	47.1	50.9	47.8
9 „	43.2	44.8	55.4	49.7	45.6	47.7	45.5	41.9	47.7	54.4	47.1	51.0	47.8
10 „	43.3	44.8	55.4	49.8	45.6	47.6	45.6	41.9	47.8	54.5	47.2	51.0	47.9
11 „	43.2	44.8	55.4	49.8	45.5	47.7	45.5	41.9	47.9	54.5	47.2	51.0	47.9

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Docemb.	Jahr.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Mittag	43.0	44.7	55.4	49.8	45.4	47.7	45.5	41.9	47.9	54.3	47.2	50.9	47.8
1h p. m.	42.9	44.8	55.4	49.9	45.3	47.6	45.4	41.9	47.9	54.2	47.1	50.8	47.8
2 „	42.7	44.8	55.3	49.9	45.2	47.5	45.4	41.9	47.9	54.1	47.0	50.8	47.7
3 „	42.7	44.8	55.3	49.8	45.1	47.4	45.4	41.9	47.8	53.9	47.1	50.8	47.7
4 „	42.7	44.9	55.2	49.7	44.9	47.3	45.3	41.7	47.7	53.9	47.2	50.9	47.6
5 „	42.7	45.0	55.2	49.7	44.8	47.3	45.3	41.7	47.7	53.9	47.3	51.1	47.6
6 „	42.8	45.1	55.2	49.7	44.8	47.2	45.4	41.7	47.7	54.0	47.3	51.1	47.7
7 „	42.9	45.2	55.3	49.7	44.9	47.2	45.5	41.8	47.8	54.0	47.3	51.1	47.7
8 „	43.0	45.3	55.3	49.8	45.0	47.3	45.6	41.9	47.9	54.1	47.4	51.2	47.8
9 „	43.0	45.4	55.3	49.8	45.2	47.3	45.7	41.8	47.9	54.2	47.3	51.3	47.8
10 „	43.1	45.4	55.3	49.8	45.3	47.3	45.7	41.8	47.9	54.2	47.3	51.4	47.9
11 „	43.3	45.5	55.3	49.8	45.4	47.3	45.7	41.7	47.9	54.2	47.3	51.5	47.9
12 „	43.3	45.5	55.3	49.7	45.4	47.3	45.7	41.7	47.8	54.3	47.2	51.5	47.9

Die Mittelwerthe der Tagesextreme und der Tagesamplituden hatten in diesem Jahre die nachstehenden Werthe.

1908.	Mittlere Tages-Maxima.	Mittlere Tages-Minima.	Mittlere Tages-Amplituden.
Januar	747.8 mm.	738.6 mm.	9.2 mm.
Februar	48.1 „	42.3 „	5.8 „
März	57.0 „	53.7 „	3.3 „
April	51.6 „	47.7 „	3.9 „
Mai	48.2 „	42.3 „	5.9 „
Juni	49.5 „	45.2 „	4.3 „
Juli	46.8 „	44.3 „	2.5 „
August	43.7 „	39.8 „	3.9 „

1908.	Tages-Maxima.	Tages-Minima.	Tages-Amplituden
September . . .	49.8 mm.	45.6 mm.	4.2 mm.
October	56.8 „	51.1 „	5.7 „
November . . .	50.6 „	43.9 „	6.7 „
December . . .	53.2 „	49.0 „	4.2 „
Jahresmittel . .	750.3 mm.	745.3 mm.	5.0 mm.

Vorstehende mittlere Tages-Amplituden wurden aus Werthen abgeleitet, welche in diesem Jahr in folgenden Grenzen lagen:

1908.	Tagesamplitude Grösste.	Tagesamplitude Kleinste.	Differenz.
Januar	22.2 mm.	3.1 mm.	19.1 mm.
Februar	20.3 „	1.3 „	19.0 „
März	6.8 „	1.0 „	5.8 „
April	9.0 „	1.0 „	8.0 „
Mai	16.9 „	2.0 „	14.9 „
Juni	10.5 „	1.5 „	9.0 „
Juli	6.7 „	1.2 „	5.5 „
August	13.5 „	0.8 „	12.7 „
September . . .	9.8 „	1.3 „	8.5 „
October	21.3 „	0.7 „	20.6 „
November . . .	15.9 „	0.7 „	15.2 „
December . . .	12.0 „	0.9 „	11.1 „
Jahresmittel . .	13.7 mm.	1.3 mm.	12.4 mm.
Jahresextreme . .	22.2 „	0.7 „	21.5 „

Die Monats-Extreme hatten im Berichtsjahr die nachfolgenden Grössen:

1908.	Monats-Maximum.	Monats-Minimum.	Differenz.
Januar	759.8 mm.	720.4 mm.	39.4 mm.
Februar	59.2 „	24.4 „	34.8 „
März	69.9 „	40.8 „	29.1 „
April	58.9 „	35.9 „	23.0 „

1908.	Monats-Maximum.	Monats-Minimum.	Differenz.
Mai	59.5 mm.	31.1 mm.	28.4 mm.
Juni	56.8 „	33.0 „	23.8 „
Juli	54.6 „	31.1 „	23.5 „
August	51.2 „	32.2 „	19.0 „
September . . .	62.7 „	31.4 „	31.3 „
October	72.6 „	28.2 „	44.4 „
November . . .	61.9 „	32.3 „	29.6 „
December . . .	70.4 „	31.7 „	38.7 „
Jahresmittel . .	761.5 mm.	731.0 mm.	30.5 mm.
Jahresextreme . .	772.6 „	720.4 „	52.2 „

Aus den vorstehenden Tabellen ist zu ersehen, dass der Januar einen ausserordentlich niedrigen Luftdruck hat, nämlich um 6.2 mm. geringer, als der normale Januarwerth; in diesem Monat trat auch das Jahresminimum mit 720.4 mm. am 7-ten Januar ein und hielt sich über 4 Stunden. Ein so niedriger Januarwerth des Luftdrucks ist in den 6 letzten Jahren nicht beobachtet worden und im letzten Jahrzehnt hatte nur der Januar 1902 einen noch kleineren Werth. Das Jahres-Minimum ist dagegen sehr hoch, wie schon im vorigen Jahr, wo es ebenfalls sich auf 720.4 mm. belief. Das Jahres-Maximum ist im Jahre 1908 noch kleiner, als im vorhergehenden Jahr, so dass die Jahres-Amplitude um 3.8 mm. geringer ist, als die vorjährige, die auch schon verhältnissmässig klein war.

Ganz aussergewöhnlich ist der niedrige Luftdruck im August dieses Jahres und so lange das Universitäts-Observatorium besteht, nämlich seit dem Herbst 1892, ist in keinem Jahr ein so niedriges August-Mittel, wie in diesem Jahr-nämlich 741.8 mm. beobachtet wor, den. Die Abweichung vom normalen August-Mittel ist allerdings nur —4.0 mm., gegen—6.2 mm. im Januar, doch ist hier nicht ausser Acht zu lassen, dass die Schwankungen des Luftdrucks in Moskau in den Sommer-Monaten sehr viel kleiner sind, als in den übrigen Jahreszeiten. Für den August ist 4.0 mm. eine ausserordentliche Grösse. Der niedrigste Luftdruck-Werth, der im August bisher beobachtet wurde, trat im Jahre 1906 ein und betrug damals 742.8 mm., also um 1 mm. höher, als in diesem Jahr. Dabei ist das Minimum

im August durchaus nicht klein und im Jahre 1906 war das Minimum um 3.2 mm. tiefer, als im Jahre 1908. Noch niedriger lag das August-Minimum im Jahre 1905, wo es 727.9 mm. erreichte und im Jahre 1899 mit 726.9 verzeichnet wurde. Hingegen ist das diesjährige August-Maximum sehr klein und zwar kleiner, als alle bisher beobachteten Maxima. Es fehlten die Anticyclonen in der Nähe von Moskau, während häufige aber nicht sehr tiefe Cyclonen den mittleren Luftdruck herabsetzten. Wie sehr niedrig der August-Luftdruck war, ersieht man am besten daraus, dass im August 1900 das Minimum (742.3 mm.) um 0.5 mm. höher stand, als das diesjährige August-Mittel.

Lufttemperatur.

Die wahren (24-stündigen) Mittelwerthe der Lufttemperatur hatten im abgelaufenen Jahr nachstehende Werthe, denen die Normaltemperaturen und die Abweichungen der diesjährigen Werthe von den normalen beigefügt sind.

	1908.	Normal.	Abweichung.
	0	0	0
Januar	—11.3	—11.0	—0.3
Februar	— 8.1	— 9.6	+1.5
März	— 6.6	— 4.8	—1.8
April	3.4	3.5	—0.1
Mai	9.5	11.7	—2.2
Juni	15.2	16.4	—1.2
Juli	17.6	18.9	—1.3
August	15.3	17.1	—1.8
September . .	10.9	11.2	—0.3
October . . .	2.6	4.3	—1.7
November . . .	— 7.3	— 2.4	—4.9
December . . .	— 9.2	— 8.2	—1.0
Jahresmittel . .	2.7	3.9	—1.2

Ein gleichmässig kaltes Jahr! Das Jahresmittel mit 2°,7 gleicht genau seinem Vorgänger, dem Jahre 1907, ist also nicht mehr auffallend, was aber das Jahr 1908 besonders kennzeichnet, ist die

gleichmässig anhaltende negative Abweichung aller Monate, mit der einzigen Ausnahme im Februar. Die Sommermonate der letzten Jahre hatten überhaupt niedrige Temperaturen, doch waren dazwischen Monate mit positiven Abweichungen, während in diesem Jahre alle Frühjahrs-, Sommer- und Herbst-Monate gleichmässig kalt waren. Vergleicht man die Temperatur-Verhältnisse der Jahre 1907 und 1908, so findet man, dass in den letzten 20 Monaten, vom Mai 1907 an, nur ein einiziger, der Februar 1908, eine positive Abweichung von der Normaltemperatur hat.

Die Monats-Maxima und Monats-Minima hatten in diesem Jahr die folgenden Werthe:

1908.	Maximum.	Minimum.	Differenz.
	0	0	0
Januar	1.7	—31.2	32.9
Februar . . .	—0.2	—18.2	18.0
März	7.9	—19.9	27.8
April	19.5	—10.6	30.1
Mai	25.2	— 2.2	27.4
Juni	30.1	4.5	25.6
Juli	32.0	7.3	24.7
August	28.2	6.3	21.9
September . .	25.4	— 2.6	28.0
October . . .	13.2	— 8.5	21.7
November . . .	2.0	—19.7	21.7
December . . .	1.3	—27.4	28.7
Jahresmittel . .	15.5	—10.2	25.7
Jahresextreme .	32.0	—31.2	63.2

Obgleich das Jahr ebenso kalt war, wie sein Vorgänger, so zeichnen sich doch in diesem Jahr die Maxima aller Monate vom April bis September dadurch aus, dass sie ein wenig höher stehen, als im Jahre 1907. Dagegen verdient das Maximum vom November besonders hervorgehoben zu werden; schon im vorigen Jahr hatten wir das niedrige Maximum (damals 3°,0) als seit 1893 einzig dastehend erwähnt und nun sehen wir, dass das abgelaufene Jahr im November einen noch kleineren Werth, 2°,0, aufzuweisen hat.

Täglicher Gang der Lufttemperatur.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
0h a. m.	—12.3°	—8.4°	—8.5°	1.7°	7.2°	12.8°	14.8°	13.3°	9.4°	1.9°	—7.8°	—9.2°	1.3°
1 „	—12.5	—8.4	—9.0	1.4	6.7	12.4	14.4	12.9	9.2	1.6	—8.0	—9.2	1.0
2 „	—12.6	—8.4	—9.4	1.2	6.2	12.0	13.9	12.6	8.9	1.3	—8.0	—9.3	0.7
3 „	—12.6	—8.4	—10.0	0.9	5.8	11.6	13.6	12.3	8.7	1.1	—8.2	—9.4	0.4
4 „	—12.5	—8.4	—10.3	0.5	5.5	11.4	13.2	12.0	8.5	1.0	—8.3	—9.4	0.3
5 „	—12.5	—8.6	—10.6	0.4	5.8	11.7	13.4	12.0	8.4	0.8	—8.4	—9.6	0.2
6 „	—12.4	—8.7	—10.8	0.3	6.5	12.5	14.2	12.4	8.3	0.7	—8.4	—9.6	0.4
7 „	—12.2	—8.9	—10.8	1.0	7.8	13.6	15.6	13.3	8.9	0.8	—8.5	—9.7	0.9
8 „	—12.1	—9.0	—10.2	1.7	8.6	14.8	16.7	14.3	9.7	1.3	—8.6	—9.8	1.4
9 „	—11.8	—9.0	—9.0	2.4	9.8	15.7	18.2	15.3	10.7	2.2	—8.1	—9.7	2.2
10 „	—11.5	—8.6	—7.2	3.7	10.9	16.5	19.3	16.3	12.0	3.1	—7.2	—9.4	3.2
11 „	—11.1	—8.1	—5.2	4.6	11.5	17.1	20.3	17.2	12.8	3.9	—6.4	—8.9	4.0
Mittag	—10.4	—7.4	—3.6	5.6	12.0	17.5	21.1	17.8	13.5	4.5	—6.0	—8.5	4.7
1 p. m.	—10.0	—6.8	—2.8	6.0	12.3	18.0	21.6	18.3	13.5	4.9	—5.7	—8.4	5.1
2 „	—9.8	—6.7	—2.1	6.5	12.6	18.4	21.8	18.6	14.0	5.0	—5.6	—8.5	5.4
3 „	—9.8	—6.7	—1.7	6.8	12.8	18.8	21.7	18.8	14.0	5.0	—5.8	—8.7	5.4
4 „	—9.9	—6.9	—1.6	6.8	12.7	18.8	21.5	18.7	13.7	4.6	—6.3	—9.1	5.2
5 „	—10.1	—7.3	—2.1	6.7	12.6	18.0	21.0	18.3	13.1	3.9	—6.5	—9.2	4.9
6 „	—10.3	—7.6	—3.3	6.0	12.4	17.8	20.4	17.5	12.1	3.4	—6.5	—9.3	4.8
7 „	—10.4	—8.0	—4.3	4.9	11.7	17.3	19.4	16.4	11.2	3.0	—6.7	—9.3	3.8
8 „	—10.7	—8.2	—5.2	4.1	10.4	16.0	18.2	15.4	10.6	2.6	—7.0	—9.3	3.1
9 „	—11.1	—8.4	—6.3	3.2	9.2	14.7	16.8	14.7	10.3	2.3	—7.5	—9.2	2.4
10 „	—11.2	—8.6	—6.7	2.9	8.6	13.9	16.1	14.2	9.8	2.0	—7.6	—9.3	2.0
11 „	—11.3	—8.6	—7.5	2.5	8.1	13.4	15.6	13.7	9.5	1.7	—7.8	—9.4	1.7
12 „	—11.7	—8.7	—8.1	2.1	7.4	12.8	14.9	13.2	9.2	1.4	—7.6	—9.5	1.3

Diese Stunden-Mittel werden durch die nachfolgenden Tages-Extreme im Monatsmittel und durch die mittleren Tages-Amplituden ergänzt.

1908.	Mittlere Tages-Maxima.	Mittlere Tages-Minima.	Mittlere. Tages-Amplituden.
	°	°	°
Januar	— 8.0	—15.1	7.1
Februar	— 5.5	—11.1	5.6
März	— 1.2	—11.8	10.6
April	7.4	— 0.1	7.5
Mai	14.2	4.6	9.6
Juni	19.9	10.5	9.4
Juli	23.4	12.9	10.5
August	20.3	11.2	9.1
September . . .	15.2	7.0	8.2
October	5.8	— 0.6	6.4
November . . .	— 4.3	—11.0	6.7
December . . .	— 7.0	—11.9	4.9
Jahresmittel . .	6.7	— 1.3	8.0

Die Grenzen der Tages-Amplituden betrugen:

1908.	Tagesamplitude. Grösste.	Kleinste.	Differenz.
	°	°	°
Januar	16.3	1.7	14.6
Februar	11.8	1.4	10.4
März	19.1	2.9	16.2
April	16.9	1.6	15.3
Mai	15.7	3.3	12.4
Juni	16.0	2.5	13.5
Juli	16.0	2.8	13.2
August	14.2	4.2	10.0
September	12.8	2.1	10.7
October	12.4	0.9	11.5
November	14.6	2.1	12.5
December	13.5	1.0	12.5
Jahresmittel . . .	14.9	2.2	12.7
Jahresextreme . .	19.1	0.9	18.2

Im vorigen Jahr wurde bereits constatiert, dass das Mittel der Tages-Maxima für das Jahr, damals 6°.8, noch kein einziges Mal beobachtet worden ist. Das Jahr 1908 hat auch in dieser Beziehung das Vorjahr übertroffen, indem das mittlere Tages-Maximum der Temperatur nur 6°.7 beträgt.

Den letzten Winterfrost hatten wir am 8. Mai und den ersten Herbstfrost am 25. September; somit dauerte die ganz frostfreie Zeit in diesem Jahre 140 Tage. Der letzte Tag des Winters, ohne Thauwetter, so dass das Maximum der Temperatur unter 0° blieb, war am 2. April und am 18. October begann die Reihe der Tage ohne Thauwetter. Die Anzahl der Tage ohne Thauwetter, d. h. mit dem Temperatur-Maximum 0° oder niedriger, betrug in dem einzelnen Monaten:

im Januar	25	Tage
„ Februar . . .	29	„
„ März	17	„
„ April	1	„
„ October . . .	5	„
„ November . .	27	„
„ December . .	27	„
also im Jahre 1908 . .	131	Tage.

Es hatten also die Monate November 3 Tage, December 4 Tage, Januar 6 Tage Thauwetter und nur der Februar kannte kein Steigen der Temperatur über den Gefrierpunct. Die Periode ganz ohne Thauwetter begann am 31. Januar und endete am 6. März, dauerte mithin 36 Tage.

Die Anzahl der Tage mit dem Temperatur-Minimum unter 0°, gleichviel, ob das Maximum über oder unter 0° stand, also Tage mit Frostwetter betrug in diesem Jahr

im Januar	31	Tage
„ Februar . . .	29	„
„ März	31	„
„ April	17	„
„ Mai	5	„
„ September . .	3	„

im October	. . . 17	Tage
„ November	. . 30	„
„ December	. . 30	„
also im Jahre 1908	. . 193	Tage.

Im Laufe des Jahres hatten wir 62 Tage, an denen das Minimum unter 0°, das Maximum der Temperatur über 0° lag, 131 Tage waren mit Frostwetter und 173 Tage ohne Frost. Es waren also 20 Tage im Jahr mehr Frostwetter, als frostfreies. Wie weit das normal war, ersieht man aus folgender Zusammenstellung mit den früheren Jahren.

	Frosttage.	Frostfreie Tage.
1908	193 Tage	173 Tage
1907	167 „	198 „
1906	168 „	197 „
1905	160 „	205 „
1904	163 „	203 „
1903	158 „	207 „
1902	192 „	173 „
1901	186 „	179 „
1900	180 „	186 „
1899	171 „	194 „

In den letzten 10 Jahren hatte das Jahr 1902 fast dieselbe Anzahl von Frosttagen, wie das Jahr 1908. Das Jahr 1903 hatte 34 frostfreie Tage (also mehr als 1 Monat) mehr, als die Jahre 1908 und 1902.

Ein anderes Bild bietet uns die Anzahl der Frosttage mit einem Maximum unter 0°, also Tage ohne Thauwetter. Die Anzahl derselben betrug

im Jahre 1908	. . . 131	Tage
„ „ 1907	. . . 120	„
„ „ 1906	. . . 96	„
„ „ 1905	. . . 96	„
„ „ 1904	. . . 96	„
„ „ 1903	. . . 73	„

im Jahre	1902 . . .	92	Tage
„ „	1901 . . .	112	„
„ „	1900 . . .	102	„
„ „	1899 . . .	91	„

Hier sieht man, wie sehr abweichend das Jahr 1908 ist; die Anzahl der Tage ohne Thauwetter ist um 79,5% grösser, als im Jahre 1903.

Bodentemperaturen.

Die Umhüllungsröhren unserer Bodenthermometer, die seit 1895 sich in unveränderter Lage befinden, waren während der Zeit soweit schadhaft geworden, dass zu befürchten war, dass die Beobachtungen in den Wintermonaten eingestellt werden müssen, weil Wasser in die Röhren dringen und dort gefrieren könnte. Da aber die Wintermonate mit ihrer Schneedecke sich nicht für das Eingraben neuer Thermometer eignen, so liess ich im Herbst eine neue Serie von Bodenthermometern einsetzen und am 1. November begannen die Beobachtungen an der neuen Serie, während die Beobachtungen an der alten Serie in der früheren Weise fortgesetzt wurden, um festzustellen, ob durch die neue Serie Sprünge in den Angaben entstehen. Die Vergleichsbeobachtungen ergaben nur für die Tiefe 0,8 Meter einen kleinen Unterschied der Monatsmittel, nämlich:

0,8 Meter.	November.	December.
Alte Serie	2°,6	1°,1
Neue Serie	2°,5	1°,2

Bei dieser Gelegenheit wurde die Tiefe 2,5 Meter bei der neuen Serie verändert, und zwar 3,2 und 4,8 Meter gewählt, so dass die neue Serie die Tiefen 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 und 4.8 Meter umfasst. Das Thermometer in der Tiefe 0.8 Meter wurde früher nur ein Mal täglich, um 1^h p. m. abgelesen; mit Einführung der neuen Serie wurden auch Ablesungen um 7^h a. m. und 9^h p. m. eingeführt. Die Beobachtungen wurden im Winter unter der natürlichen Schneedecke und im Sommer unter dem Rasen ausgeführt. Die Ablesungen am Thermometer in der Tiefe 0.0 Meter würden

im November eingestellt und nur Ablesungen auf der Rasendecke und im Winter auf der Schneedecke fortgesetzt. Diese Beobachtungen ergaben folgende Monatsmittel:

1908.	Oberfläche. 7h a. m.	1h p. m.	9h p. m.	Tiefe 0.0 Meter. 7h a. m.	1h p. m.	9h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Januar . .	—12.5	—10.0	—12.1	— 3.0	— 3.1	— 3.0
Februar . .	— 9.3	— 6.4	— 9.4	— 1.8	— 1.6	— 1.8
März . . .	—11.8	— 2.7	— 8.7	— 1.4	— 1.4	— 1.3
April	0.8	5.6	1.7	2.5	7.8	1.2
Mai . . .	7.1	12.8	7.5	6.8	17.2	8.7
Juni . . .	12.6	17.7	13.2	12.5	16.8	14.0
Juli . . .	14.9	19.5	15.0	15.6	24.7	16.9
August . .	13.1	17.8	13.6	13.9	19.4	15.0
September .	8.9	13.7	8.6	10.0	13.6	10.8
October . .	— 0.3	5.2	0.3	2.1	6.4	2.9
November .	— 9.7	— 5.7	— 9.4	—	—	—
December .	—10.2	— 8.1	— 9.6	—	—	—
Jahresmittel	0.3	5.0	0.9	—	—	—

In der Tiefe 0.2 Meter wurde das Thermometer in den Monaten November und December regelmässig beobachtet und ergab die Temperaturen:

	November.	December.
	0	0
7h a. m. . . .	2.6	—1.9
1h p. m. . . .	2.4	—1.9
9h p. m. . . .	2.4	—1.9

Für die Tiefen 0.4 Meter, 0.8 Meter, 1.6 Meter u. 2.5 Meter fand man:

	Tiefe 0,4 Meter. 7h a. m.	1h p. m.	9h p. m.	0,8 Met. 1h p. m.	1,6 Met. 1h p. m.	2,5 Met. 1h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Januar . .	—1.7	—1.7	—1.6	0.0	2.0	4.2
Februar . .	—1.1	—1.1	—1.1	—0.1	1.3	3.0
März . . .	—0.9	—0.9	—0.9	—0.2	0.9	2.5
April . . .	1.5	1.5	1.7	0.7	0.9	2.1

	Tiefe 0,4 Meter. 7h a. m.	1h p. m.	9h p. m.	0,8 Met. 1h p. m.	1,6 Met. 1h p. m.	2,5 Met. 1h p. m.
	0	0	0	0	0	0
Mai	8.3	8.1	8.6	6.5	4.3	3.6
Juni . . .	12.7	12.7	12.9	10.6	8.3	6.6
Juli	16.0	15.9	16.2	14.0	11.3	8.9
August . .	15.7	15.6	15.8	14.9	13.2	11.5
September .	12.5	12.7	12.5	12.8	12.2	11.5
October . .	6.1	6.0	5.9	7.7	9.4	10.2
November .	—0.3	—0.3	—0.4	2.6	5.1	—
December .	—0.7	—0.6	—0.7	1.1	2.9	—
Jahresmittel.	5.7	5.7	5.7	5.9	6.0	—

In den neuen Tiefen 3.2 m. und 4.8 m. fand man im Monatsmittel nach den um 1h p. m. ausgeführten Ablesungen:

	3.2 m.	4.8 m.
	0	0
November . . .	7.8	8.6
December . . .	5.7	7.2

Die Extrem-Temperaturen der einzelnen Monate betrugen für die verschiedenen Tiefen:

1908.	Oberfläche. Maxim.	Minim.	Differenz.	Tiefe 0.0 Meter. Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
Januar. . . .	0.7	—32.8	33.5	—1.5	—4.4	2.9
Februar . . .	0.3	—20.4	20.7	—1.4	—2.6	1.2
März	2.1	—25.6	27.7	0.0	—2.5	2.5
April	17.1	—10.2	27.3	25.0	—0.9	25.9
Mai	22.9	— 2.5	25.4	26.8	0.0	26.8
Juni.	26.2	4.7	21.5	28.9	8.0	20.9
Juli.	26.1	9.2	16.9	36.5	10.7	25.8
August . . .	24.3	8.2	16.1	29.9	9.8	20.1
September . .	21.2	— 1.9	23.1	19.2	2.7	16.5
October . . .	12.5	— 8.9	21.4	12.4	— 5.7	18.1
November . .	0.5	—25.0	25.5	—	—	—
December . .	0.2	—28.5	28.7	—	—	—
Jahresmittel .	12.8	—11.2	24.0	—	—	—
Jahresextreme	26.2	—32.8	59.0	36.5	—	—

Für die Tiefe 0.0 Meter lässt sich wohl das Jahres-Maximum angeben, nicht aber das Minimum, weil dieses bisweilen auf den November oder December fällt, wie z. B. im vorigen Jahr. Da die beiden letzten Monate fehlen, lassen sich auch nicht Jahresmittel ableiten.

In der Tiefe 0.2 Meter ergaben die beiden letzten Monate:

	November.	December.
	0	0
Maximum	—0.6	—0.5
Minimum	—4.7	—5.4
Differenz	4.1	4.9

1908.	Tiefe 0.4 Meter.			Tiefe 0.8 Meter.		
	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	—1.0	—2.3	1.3	0.9	—0.6	1.5
Februar . .	—0.8	—1.5	0.7	0.0	—0.2	1.2
März	0.1	—1.6	1.7	0.1	—0.4	0.5
April	8.2	0.0	8.2	4.4	0.1	4.3
Mai	12.1	4.6	7.5	9.4	4.9	4.5
Juni	14.8	11.2	3.6	12.4	9.4	3.0
Juli	19.7	12.6	7.1	16.8	11.8	5.0
August . . .	18.1	10.2	7.9	16.2	13.7	2.5
September .	14.7	9.5	5.2	13.8	10.6	3.2
October . . .	10.4	2.3	8.1	10.6	4.6	6.0
November . .	2.4	—1.4	3.8	4.4	1.5	2.9
December . .	—0.1	—1.9	1.8	1.5	0.8	0.7
Jahresmittel .	8.2	3.5	4.7	7.5	4.7	2.8
Extreme des Jahres . . .	19.7	—2.3	22.0	16.8	—0.6	17.4

1908.	Tiefe 1,6 Meter.			Tiefe 2,5 Meter.		
	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
Januar . . .	3.0	1.4	1.6	5.1	3.4	1.7
Februar . .	1.4	1.2	0.2	3.4	2.8	0.6
März	1.1	0.8	0.3	2.8	2.3	0.6
April	1.7	0.8	0.9	2.3	2.0	0.3
Mai	6.6	2.2	4.4	5.0	2.3	2.7
Juni	9.8	6.8	3.0	7.8	5.2	2.6
Juli	13.3	9.8	3.5	10.8	8.0	2.8

	Tiefe 1,6 Meter.			Tiefe 2,5 Meter.		
	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
August . . .	13.4	12.8	0.6	11.7	10.9	0.8
September .	12.8	11.3	1.5	11.7	11.2	0.5
October . . .	11.2	7.2	4.0	11.2	8.9	2.3
November . .	7.0	3.6	3.4	—	—	—
December . .	3.5	2.4	1.1	—	—	—
Jahresmittel .	7.0	5.0	2.0	—	—	—
Extreme des Jahres . . .	13.4	0.8	12.6	11.7	2.0	9.7

Obgleich für die Monate November und December in der Tiefe 2.5 Meter keine Beobachtungen vorliegen, so können doch den übrigen 10 Monaten die Extreme des Jahres mit Sicherheit entnommen werden und daher sind sie hier angeführt. Für die neuen Tiefen ergab sich:

	Tiefe 3.2 Meter.			Tiefe 4.8 Meter.		
	Maxim.	Minim.	Differenz.	Maxim.	Minim.	Differenz.
	0	0	0	0	0	0
November . .	9.0	6.6	2.4	9.2	8.0	1.2
December . .	6.6	5.0	1.6	7.9	6.6	1.3

Für die Frostgrenzen findet man folgende Werthe, für welche der Anfang des Frostes in den oberen Lagen der Uebersicht des Vorjahrs entnommen ist.

Winter 1907—1908.	Beginn des Frostes.	Ende des Frostes.
in der Luft	23 September 1907	8 Mai 1908
auf der Bodenoberfläche .	23 „ 1907	5 „ 1908
in der Tiefe 0.0 Meter .	18 October 1907	18 April 1908
„ „ „ 0.4 „ .	25 December 1907	24 März 1908
„ „ „ 0.8 „ .	12 Januar 1908	24 „ 1908

In der Tiefe 1.6 Meter und noch tiefer war kein Frost.

Im Herbst 1908 begann der Frost:

in der Luft	25 September
an der Oberfläche	26 „
in der Tiefe 0.0 Meter . .	20 October
„ „ „ 0.2 „ . .	im October
„ „ „ 0.4 „ . .	8 November

Bis zur Tiefe 0.8 Meter war der Frost im Jahre 1908 bis zum 31. December noch nicht vorgedrungen.

Die ununterbrochene frostfreie Zeit betrug demnach:

in der Luft	140	Tage
an der Oberfläche	144	„
in der Tiefe 0.0 Meter . .	195	„
„ „ „ 0.4 „ . .	229	„

Die Frostperiode im Winter 1907—1908 dauerte:

in der Luft	228	Tage
auf der Bodenoberfläche .	225	„
in der Tiefe 0.0 Meter . .	183	„
„ „ „ 0.4 „ . .	90	„
„ „ „ 0.8 „ . .	72	„

Die Minima der Temperatur des Winters 1907—08 betrugen:

in der Luft	: —32.7°	am	27 December	1907
an der Oberfläche	: —32.8	„	13 Januar	1908
in der Tiefe 0.0 Meter	: — 5.2	„	7 November	1907
„ „ „ 0.4 „	: — 2.3	„	17 Januar	1908
„ „ „ 0.8 „	: — 0.6	„	19 Januar	1908
„ „ „ 1.6 „	: + 0.8	„	6 April	1908
„ „ „ 2.5 „	: + 2.0	„	20 April	1908

Die Jahres-Maxima der Temperatur betrugen in diesem Jahr:

in der Luft	32.0°	am	23 Juli
an der Oberfläche	26.2	„	21 Juni
in der Tiefe 0.0 Meter	36.5	„	23 Juli
„ „ „ 0.4 „	19.7	„	24 Juli
„ „ „ 0.8 „	16.8	„	25 Juli
„ „ „ 1.6 „	13.4	„	6 August
„ „ „ 2.5 „	11.7	„	26 August

Radiation.

Die Ablesungen am Schwarzkugelthermometer ergaben folgende Mittelwerthe für die einzelnen Monate:

1908.	7h a. m.	1h p. m.	9h p. m.
	°	°	°
Januar	—12.5	—5.9	—11.6
Februar . . .	— 9.2	0.5	— 9.0
März	—10.5	10.7	— 7.9
April	2.9	15.8	2.3
Mai	12.8	20.8	7.6
Juni	17.4	26.9	13.3
Juli	20.6	32.3	15.1
August	14.9	27.4	13.3
September . .	9.4	19.0	9.2
October . . .	0.2	10.3	1.2
November . . .	— 9.2	—1.9	— 8.4
December . . .	—10.1	—6.1	— 9.6
Jahresmittel . .	2.2	12.5	1.3

Die Extreme der Ablesungen betrugen:

1908.	Maxima.	Minima.	Differenz.
	°	°	°
Januar	10.2	—31.4	41.6
Februar	14.0	—18.5	32.5
März	23.4	—21.0	44.4
April	33.0	— 7.3	40.3
Mai	37.2	— 2.0	39.2
Juni	43.4	3.1	40.3
Juli	45.0	8.1	36.9
August	43.8	6.5	37.3
September . . .	30.3	— 1.5	31.8
October	26.1	— 9.6	35.7
November . . .	9.3	—21.2	30.5
December . . .	3.6	—27.0	30.6
Jahresmittel . .	26.6	—10.1	36.7
Extreme des Jahres	45.0	—31.4	76.4

Es wurde, wie früher, für jeden Termin die Differenz der Angabe des Radiations-Thermometers gegen die Lufttemperatur berechnet und aus diesen Differenzen die nachfolgenden Werthe abgeleitet:

	Radiations-Thermometer. 7h a. m.	1h p. m.	Lufttemperatur. 9h p. m.
	°	°	°
Januar	—0.3	4.1	—0.5
Februar	—0.3	7.3	—0.5
März	0.2	13.4	—1.6
April	1.9	9.8	—0.9
Mai	5.0	8.5	—1.6
Juni	3.8	8.9	—1.4
Juli	5.0	10.7	—1.7
August	1.6	9.1	—1.4
September . . .	0.5	5.5	—1.1
October	—0.6	5.4	—1.1
November . . .	—0.7	3.8	—0.9
December . . .	—0.4	2.3	—0.4
Jahresmittel . .	1.3	7.4	—1.1

Absolute Feuchtigkeit.

Die wahren 24-stündigen Monatsmittel der absoluten Feuchtigkeit hatten in diesem Jahre folgende Werthe:

	1908.	Normal 1871—1890.	Abweichungen vom Normalwerth.
	mm.	mm.	mm.
Januar . . .	2.2	2.1	+0.1
Februar . . .	2.3	2.1	+0.2
März	2.3	2.8	—0.5
April	5.1	4.5	+0.6
Mai	6.1	7.2	—1.1
Juni	9.2	9.7	—0.5
Juli	11.2	11.5	—0.3
August . . .	10.1	10.5	—0.4
September . .	7.8	7.7	+0.1
October . . .	4.6	5.4	—0.8
November . .	2.3	3.8	—1.5
December . .	2.2	2.6	—0.4
Jahresmittel .	5.4	5.8	—0.4

Im Ganzen haben die Monate mit grossen negativen Temperatur-Abweichungen auch geringe absolute Feuchtigkeit.

Die vorstehenden Monatsmittel sind aus den nachstehenden mittleren Stundenwerthen abgeleitet:

Täglicher Gang der absoluten Feuchtigkeit in Millimetern.

STUNDE.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
0ʰ a. m.	2.0	2.3	2.1	4.9	6.0	9.4	11.4	10.1	7.8	4.6	2.2	2.3	5.4
1 „	2.0	2.3	2.0	4.8	6.0	9.4	11.2	9.9	7.8	4.5	2.2	2.2	5.4
2 „	2.0	2.3	2.0	4.8	5.9	9.2	11.0	9.8	7.7	4.6	2.2	2.2	5.3
3 „	2.0	2.3	2.0	4.7	5.8	9.1	10.8	9.6	7.6	4.5	2.2	2.2	5.2
4 „	2.1	2.3	1.9	4.6	5.8	9.0	10.6	9.4	7.6	4.5	2.2	2.1	5.2
5 „	2.1	2.3	1.9	4.6	5.8	9.1	10.8	9.4	7.5	4.5	2.2	2.1	5.2
6 „	2.1	2.3	1.9	4.6	5.9	9.2	11.0	9.6	7.5	4.5	2.2	2.1	5.2
7 „	2.2	2.2	1.9	4.7	6.0	9.3	11.1	9.9	7.6	4.5	2.2	2.2	5.3
8 „	2.2	2.2	2.0	4.7	5.9	9.5	11.3	9.9	7.8	4.6	2.1	2.2	5.4
9 „	2.2	2.2	2.1	4.8	5.9	9.4	11.5	10.0	7.7	4.6	2.2	2.2	5.4
10 „	2.2	2.3	2.3	4.8	5.8	9.2	11.4	10.1	7.8	4.7	2.2	2.2	5.4
11 „	2.2	2.3	2.5	4.9	5.8	9.0	11.0	10.0	7.7	4.7	2.3	2.2	5.4
Mittag	2.3	2.4	2.6	4.9	5.9	9.1	11.0	10.1	7.7	4.6	2.4	2.3	5.4
1ʰ p. m.	2.3	2.4	2.6	5.0	6.1	9.1	11.0	9.9	7.6	4.5	2.4	2.3	5.4
2 „	2.3	2.4	2.7	5.1	6.2	9.0	11.1	10.0	7.8	4.5	2.4	2.3	5.5
3 „	2.3	2.5	2.8	5.1	6.4	9.2	10.8	10.3	7.9	4.5	2.3	2.2	5.5
4 „	2.3	2.4	2.8	5.2	6.3	9.2	10.9	10.5	8.0	4.5	2.3	2.2	5.6
5 „	2.3	2.4	2.7	5.2	6.3	9.0	11.0	10.3	7.9	4.5	2.3	2.2	5.5
6 „	2.2	2.4	2.6	5.2	6.5	9.1	11.2	10.4	7.9	4.6	2.3	2.2	5.6
7 „	2.2	2.3	2.5	5.2	6.5	9.1	11.3	10.4	8.0	4.6	2.3	2.2	5.6
8 „	2.2	2.3	2.4	5.1	6.4	9.0	11.7	10.6	8.0	4.6	2.3	2.2	5.6
9 „	2.2	2.2	2.3	5.0	6.3	9.2	12.0	10.8	8.0	4.6	2.2	2.2	5.6
10 „	2.1	2.2	2.3	5.0	6.3	9.5	11.9	10.6	7.8	4.6	2.2	2.2	5.6
11 „	2.1	2.2	2.2	5.0	6.2	9.4	11.7	10.4	7.8	4.5	2.2	2.2	5.5
12 „	2.1	2.2	2.2	5.0	6.1	9.4	11.5	10.1	7.7	4.5	2.2	2.2	5.4

Die Tages-Extreme der absoluten Feuchtigkeit ergeben die nachfolgenden Mittelwerthe für die einzelnen Monate:

	Mittlere Tages-Maxima.	Mittlere Tages-Minima.	Mittlere Tages-Amplitud.
Januar	2.6 mm.	1.7 mm.	0.9 mm.
Februar	2.8 „	1.8 „	1.0 „
März	2.9 „	1.7 „	1.2 „
April	5.6 „	4.3 „	1.3 „
Mai	7.6 „	4.9 „	2.7 „
Juni	10.9 „	7.7 „	3.2 „
Juli	12.9 „	9.7 „	3.2 „
August	11.5 „	8.8 „	2.7 „
September	9.0 „	6.6 „	2.4 „
October	5.4 „	3.8 „	1.6 „
November	2.8 „	1.7 „	1.1 „
December	2.6 „	1.8 „	0.8 „
Jahresmittel . . .	6.4 mm.	4.5 mm.	1.9 mm.

Die Tages-Amplituden schwankten in den nachstehenden Grenzen:

1908.	Grösste Tages-amplitude.	Kleinste Tages-amplitude.	Differenz.
Januar	2.6 mm.	0.2 mm.	2.4 mm.
Februar	2.0 „	0.2 „	1.8 „
März	2.2 „	0.4 „	1.8 „
April	3.0 „	0.4 „	2.6 „
Mai	7.3 „	0.9 „	6.4 „
Juni	7.2 „	0.9 „	6.3 „
Juli	5.8 „	1.1 „	4.7 „
August	6.4 „	1.1 „	5.3 „
September . . .	4.7 „	0.7 „	4.0 „
October	2.9 „	0.2 „	2.7 „
November . . .	2.8 „	0.5 „	2.3 „
December . . .	1.6 „	0.0 „	1.6 „
Jahresmittel . .	4.0 mm.	0.5 mm.	3.5 mm.
Jahresextreme .	7.2 „	0.0 „	7.2 „

Am 28 December war die Tages-Amplitude gleich 0.0 mm. und die absolute Feuchtigkeit betrug zu allen Stunden 4.0 mm. Dieser Werth wurde schon um 9^h p. m. am 27. December gefunden und die absolute Feuchtigkeit blieb constant 4.0 mm. bis zum 29. December 4^h a. m.

Die Monatsextreme betrugen.

1908.	Maxima.	Minima.	Differenz.
Januar	4.9 mm.	0.3 mm.	4.6 mm.
Februar . . .	4.2 „	1.0 „	3.2 „
März	4.4 „	0.9 „	3.5 „
April	9.4 „	1.9 „	7.5 „
Mai	14.2 „	2.7 „	11.5 „
Juni	15.7 „	3.0 „	12.7 „
Juli	17.2 „	6.8 „	10.4 „
August	14.5 „	5.7 „	8.8 „
September . .	13.1 „	3.1 „	10.0 „
October . . .	9.4 „	1.4 „	8.0 „
November . . .	4.7 „	0.8 „	3.9 „
December . . .	4.7 „	0.4 „	4.3 „
Jahresmittel . .	9.7 mm.	2.3 mm.	7.4 mm.
Jahresextreme .	17.2 „	0.3 „	16.9 „

Relative Feuchtigkeit.

Nach den Registrirungen eines Haarhygrographen wurden die folgenden Monatsmittel aus wahren 24-stündigen Tagesmitteln abgeleitet:

	1908.	Normal.	Abweichungen.
Januar	90%	86%	+4%
Februar	90	83	+7
März	80	80	0
April	83	74	+9
Mai	69	67	+2
Juni	72	69	+3
Juli	75	71	+4
August	79	77	+2

	1908.	Normal.	Abweichungen.
September . . .	79%	80%	—1%
October	78	83	—5
November . . .	82	87	—5
December . . .	84	87	—3
Jahresmittel . .	80%	79%	+1%

Vom Januar bis August war die relative Feuchtigkeit durchweg grösser, als die normale; vom September bis zum Jahresschluss dagegen kleiner, als das zwanzigjährige Mittel.

Die Monats-Extreme der relativen Feuchtigkeit hatten im Jahre 1908 folgende Werthe.

1908.	Monats-Maxima.	Monats-Minima.	Differenz.
Januar	100%	74%	26%
Februar	100	66	34
März	98	34	64
April	100	42	58
Mai	97	34	63
Juni	99	30	69
Juli	97	37	60
August	96	39	57
September . . .	99	43	56
October	99	39	60
November . . .	92	48	44
December . . .	95	60	35
Jahresmittel . .	98%	46%	52%
Extreme des Jahres	100	30	70

Hier ist ganz besonders auffallend, dass das Jahres-Minimum so gross ist, besonders wenn man erwägt, dass im Jahre 1904 das Minimum auf 12% fiel, im Jahre 1895 und 1905 nur 16%, in den Jahren 1897, 1903 und 1906 nur 17% betrug. Ein Jahres-Minimum von 30% ist bisher seit 1892 nicht beobachtet worden.

Die einzelnen Stundenwerthe ergaben folgende Mittelwerthe für die einzelnen Monate:

Täglicher Gang der relativen Feuchtigkeit in Procenten.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
0h. a. m.	90	92	86	90	78	84	89	89	87	84	84	85	86
1 „	90	92	86	91	80	86	91	89	87	84	84	84	87
2 „	91	92	87	91	82	87	91	90	88	85	84	84	88
3 „	91	92	88	92	83	88	92	90	89	86	84	84	88
4 „	91	92	88	93	84	88	92	90	89	87	84	84	88
5 „	91	93	89	93	83	87	92	91	89	87	85	84	89
6 „	91	93	90	94	81	83	90	90	89	87	85	85	88
7 „	92	93	90	91	75	78	83	87	88	88	85	86	86
8 „	91	93	90	89	70	75	78	82	84	85	85	86	84
9 „	91	92	88	85	65	69	72	78	79	82	84	86	81
10 „	91	91	83	79	60	65	67	74	73	78	82	85	77
11 „	90	90	78	75	58	62	62	69	69	73	81	84	74
Mittag	90	87	74	72	57	61	59	67	65	69	79	82	72
1h p. m.	89	86	71	70	58	59	57	64	64	66	77	82	70
2 „	89	86	70	70	58	58	57	63	65	66	77	82	70
3 „	89	86	69	69	59	58	56	64	66	65	77	83	70
4 „	89	87	69	69	59	59	57	65	67	67	79	84	71
5 „	89	88	70	70	60	60	60	66	69	70	80	84	72
6 „	90	90	71	74	62	62	63	71	73	74	81	85	75
7 „	90	90	74	78	63	63	66	75	78	76	82	85	77
8 „	90	90	77	82	68	67	74	82	81	79	82	85	80
9 „	90	91	80	86	72	74	82	86	83	80	84	85	83
10 „	90	91	82	87	74	79	85	88	85	81	84	85	84
11 „	90	91	84	89	75	81	87	89	86	82	84	85	85
12 „	90	92	86	90	78	84	89	89	87	84	84	85	86

Die mittleren Tages-Maxima, die mittleren Tages-Minima und die mittleren Tages-Amplituden haben in den einzelnen Monaten die nachstehenden Werthe:

1908.	Mittlere Tages-Maxima.	Mittlere Tages-Minima.	Mittlere Tages-Amplituden.
Januar	94°/₀	86°/₀	8°/₀
Februar	95	84	11
März	92	67	25
April	96	66	30
Mai	90	50	40
Juni	92	52	40
Juli	94	52	42
August	94	58	36
September	92	60	32
October	92	61	31
November	88	74	14
December	88	80	8
Jahresmittel . . .	92°/₀	66°/₀	26°/₀

Die Tages-Amplituden schwankten in den einzelnen Monaten in den folgenden Grenzen.

1908.	Grösste Tages-Amplitude.	Kleinste Tages-Amplitude.	Differenz.
Januar	25°/₀	0°/₀	25°/₀
Februar	21	3	18
März	55	4	51
April	53	6	47
Mai	58	25	33
Juni	61	10	51
Juli	59	13	46
August	56	16	40
September . . .	51	7	44
October	58	1	57
November . . .	41	1	40
December . . .	19	0	19
Jahresmittel . .	47°/₀	7°/₀	40°/₀
Jahresextreme . .	61	0	61

Die Jahresmittel der beiden vorstehenden Zusammenstellungen sind genau gleich den Werthen vom vorigen Jahr und auch viele Werthe der einzelnen Monate sind die gleichen. Im Grossen und Ganzen sind die Feuchtigkeits-Verhältnisse beider Jahre sehr wenig verschieden.

Bewölkung.

Die Bewölkung, die in früherer Weise beobachtet wurde, ganz ohne Rücksicht auf die Eintheilung des Himmelsgewölbes, ergab die nachstehenden Mittelwerthe in Zehnteln des Himmels.

1907.	7^h a. m.	1^h p. m.	9^h p. m.	Mittel.	Normal.	Abweich.
Januar	8.4	8.9	8.5	8.6	7.7	+0.9
Februar . . .	9.4	9.1	9.2	9.2	6.9	+2.3
März	6.4	7.5	5.2	6.4	6.4	0.0
April	8.1	7.4	6.5	7.3	5.8	+1.5
Mai	6.9	7.5	6.0	6.8	5.4	+1.4
Juni	8.3	8.1	7.3	7.9	5.3	+2.6
Juli	6.1	7.3	6.9	6.8	4.9	+1.9
August	7.6	8.6	6.6	7.6	5.4	+2.2
September . .	8.8	9.0	6.6	8.1	5.8	+2.3
October . . .	7.3	8.1	6.4	7.3	7.1	+0.2
November . .	7.5	8.3	7.1	7.6	8.5	—0.9
December . .	8.5	9.3	8.4	8.7	8.1	+0.6
Jahr	7.8	8.3	6.9	7.7	6.4	+1.3

Nach unserer seit 1896 eingehaltenen Eintheilung der Tage mit Bewölkung, als wolkenlos (alle drei Termine Bewölkung 0), heiter (Bewölkungssumme 0 bis 5), mittel (Summe 6—24), trübe (Summe 25—30) und ganz trübe (alle drei Termine mit der Bewölkung 10), erhält man die folgende Anzahl von Tagen der einzelnen Stufen.

1908.	Wolkenlose.	Heitere.	Mittel.	Trübe.	Ganz trübe.
Januar	1	1	10	20	18
Februar	0	0	5	24	23
März	6	7	9	15	15

1908.	Wolkenlose.	Heitere.	Mittel.	Trübe.	Ganz trübe.
April	2	4	9	17	15
Mai	2	3	16	12	9
Juni	1	2	10	18	9
Juli	0	3	14	14	7
August	0	2	13	16	11
September	0	0	15	15	11
October	3	4	11	16	14
November	1	1	13	16	10
December	0	0	9	22	19
Jahr	16	27	134	205	161

Nach den Jahreszeiten vertheilt sich die Anzahl der Tage wie folgt.

Bewölkungs-Summe: Bezeichnung.	0 Wolkenlose.	0—5 Heitere.	6—24 Mittel.	25—30 Trübe.	30 Ganz trübe.
Winter	1	1	24	66	60
Frühling	10	14	34	44	39
Sommer	1	7	37	48	27
Herbst	4	5	39	47	35

Auch in diesem Jahr, wie auch im vorigen, ist die Anzahl der wolkenlosen Tage grösser, als im Durchschnitt vieler Jahre (11 Tage). Die ganz trüben Tage im Sommer sind wohl geringer, als im Vorjahr, doch ihre Zahl (27) ist doch verhältnissmässig gross, denn die normale Anzahl ist 17.

Dauer des Sonnenscheins.

Die Dauer des Sonnenscheins wurde in früherer Weise nach einem auf dem Thurm aufgestellten Heliographen (Sunshine-Recorder) von Campbell-Stokes bestimmt, wobei die Stundenzählung, ohne Rücksicht auf die Zeitgleichung, nach dem wahren Sonnenstande gerechnet wurde. Das Instrument stand bis zum October unter einer Glasglocke zum Schutz gegen Vögel, welche das Papier, besonders nach feuchter Witterung zernagten. Im October wurde die Glasglocke vom Sturm fortgeweht und da unser Universitäts-Mechaniker

eine neue bis zum Jahresschluss nicht beschaffen konnte, blieb das Instrument unbedeckt.

Die Registrirungen ergaben folgende Werthe in Stunden Sonnenschein:

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
h h 4— 5 a.m.							1.0						1.0
5— 6 „				2.1	7.6	4.2	9.2	2.3					25.4
6— 7 „				5.3	14.7	11.7	15.9	10.0	1.4				59.0
7— 8 „			2.3	7.2	15.0	11.5	17.6	13.2	4.1	0.9			71.8
8— 9 „		1.8	8.3	10.1	17.4	12.3	19.4	13.3	9.6	5.0	0.8		98.0
9—10 „	0.2	2.3	10.3	12.4	19.7	12.2	21.1	13.2	12.2	8.8	4.3	1.9	118.6
10—11 „	1.0	2.5	12.9	13.6	18.2	11.8	20.7	13.9	11.4	10.1	5.1	3.5	124.7
11—12 „	1.5	4.6	13.7	13.5	19.2	12.0	20.0	16.5	11.0	10.1	6.5	3.7	132.3
0— 1 p.m.	3.3	4.3	14.0	13.5	18.9	12.2	18.7	15.6	11.6	10.5	6.8	5.4	134.8
1— 2 „	1.8	3.3	13.1	13.4	19.1	13.1	18.1	14.3	12.2	10.5	5.5	4.2	128.6
2— 3 „	1.2	2.4	12.1	12.8	17.8	14.1	19.6	13.8	11.7	10.5	5.8	2.0	123.8
3— 4 „		0.5	10.6	12.0	16.4	13.4	18.2	13.9	10.7	8.0	4.2		107.9
4— 5 „			3.2	10.9	13.7	14.9	17.2	14.6	7.2	1.6	0.3		83.6
5— 6 „				7.5	14.8	13.2	15.4	13.6	2.3				66.8
6— 7 „				3.5	13.0	12.0	15.0	9.3	0.8				53.6
7— 8 „				0.2	6.6	5.6	7.3	1.5					21.2
Summe	9.0	21.7	100.5	138.0	232.1	174.2	254.4	179.0	106.2	76.0	39.3	20.7	1351.1

Obgleich im Jahre 1908 der Betrag des Sonnenscheins um 57.9 Stunden grösser ist, als im Vorjahr, so ist doch der normale Betrag nicht erreicht worden, wie man aus Nachstehendem ersieht.

	Normale Summen.	Abweichung des Jahres 1908.
Januar	22.7 Stunden	—13.7 Stunden
Februar	36.0 „	—14.3 „
März	96.0 „	+ 4.5 „
April	145.2 „	— 7.2 „
Mai	230.1 „	+ 2.0 „
Juni	208.3 „	—34.1 „
Juli	221.1 „	+33.3 „
August	197.9 „	—18.9 „
September . . .	118.0 „	—11.8 „
October	60.7 „	+15.3 „
November	30.0 „	+ 9.3 „
December	16.5 „	+ 4.2 „
Jahressumme . .	1382.5 Stunden	—31.4 Stunden

Die positiven Abweichungen fallen auf den Juli und die drei letzten Monate des Jahres, mithin also nur auf einen der wärmeren Monate. Vergleicht man die Temperaturen der beiden Monate Juni und Juli mit der Anzahl der Stunden des Sonnenscheins dieser beiden Monate, so scheint es widersprechend zu sein, dass der Juli mit viel Sonnenschein ebenso kalt war, wie der Juni mit wenig Sonnenschein. Diesen Widerspruch erklärt der tägliche Gang des Sonnenscheins. Im Juni war zur Zeit des Temperatur-Maximums die grösste Zahl der Sonnenstunden, nämlich von 2—3^h p. m. und obgleich wenig Sonnenschein war, so war er zur rechten Tageszeit. Im Juli dagegen hatten die Stunden von 9 bis 10 Uhr Morgens und 2—3 Nachmittags reichlichen Sonnenschein, und dazwischen war ein Minimum. Trotz der grösseren Stundenzahl war die Erwärmung kleiner, weil sie beim niedrigeren Sonnenstande, also bei grösserer Absorption erfolgte. Dieses zeigt sich auch deutlich im täglichen Gang der Temperatur auf Seite 545. Die Differenz der Monate Juli—Juni beträgt

			^{0}
7	Uhr	Morgens	2.0
8	„	„	1.9
9	„	„	2.5
10	„	„	2.8
11	„	„	3.2

Mittags			3.6
1	Uhr	Nachmittags	3.6
2	„	„	3.4
3	„	„	2.9
4	„	„	2.7

Im Juli stieg die Temperatur von 7^h a. m. bis 12^h a. m. um $5^0,5$, im Juni in derselben Zeit nur um $3^0,9$.

Die Anzahl der Tage mit Sonnenschein und die mittlere Dauer des Sonnenscheins an Tagen mit Sonnenschein hatten in den einzelnen Monaten die nachfolgenden Werthe.

1908.	Anzahl der Sonnenscheintage.	Mittlere Dauer des Sonnenscheins.
Januar	5 Tage	1.8 Stunden
Februar	6 „	3.6 „
März	16 „	6.3 „
April	18 „	7.7 „
Mai	28 „	8.3 „
Juni	26 „	6.7 „
Juli	29 „	8.8 „
August	30 „	6.0 „
September	25 „	4.2 „
October	20 „	3.8 „
November	12 „	3.3 „
December	8 „	2.6 „
Jahr	223 Tage	6.1 Stunden.

Im August hatte nur 1 Tag keinen Sonnenschein und im Juli 2 Tage; dessenungeachtet ergaben die Beobachtungen der Bewölkung im August 11 ganz trübe Tage und im Juli 7, an denen alle drei Beobachtungstermine ganz bedeckten Himmel anzeigten. Das beweist, dass nur allein Terminbeobachtungen noch kein richtiges Bild für Ein- und Ausstrahlung geben können.

Niederschlag.

Die directen um 7^h a. m. ausgeführten Niederschlagsmessungen ergaben folgende Monats-Summen:

	1908.	Normal.	Abweichung.
Januar	43.2 mm.	28.6 mm.	+14.6 mm.
Februar	49.8 „	22.8 „	+27.0 „
März	28.3 „	29.8 „	— 1.5 „
April	27.6 „	36.6 „	— 9.0 „
Mai.	81.3 „	49.0 „	+32.3 „
Juni	127.2 „	52.2 „	+75.0 „
Juli.	141.3 „	70.0 „	+71.3 „
August	85.4 „	74.1 „	+11.3 „
September	46.0 „	54.7 „	— 8.7 „
October	63.3 „	36.4 „	+26.9 „
November	27.5 „	39.5 „	—12.0 „
December	17.6 „	39.5 „	—21.9 „
Jahres-Summe . .	738.5 mm.	533.2 mm.	+205.3 mm.

Alle vorhergehenden Tabellen und auch diese haben gezeigt, dass das Jahr 1908 im Grossen und Ganzen kalt, feucht, trübe und regnerisch war, besonders die wärmeren Monate. Die Jahres-Summe von 738.5 mm. Niederschlag ist sehr gross, doch brauchen wir nicht weit zu suchen, um noch grössere zu finden, denn das Jahr 1906 mit 777,7 mm. ist noch frisch im Gedächtniss. Der Unterschied liegt darin, dass 1906 warm und nass war, 1908 aber kalt und nass. Fragt man nach Art der Niederschläge und ihrer Abhängigkeit vom Luftdruck, so sieht man, dass nur der Mai und August neben den reichlichen Niederschlägen auch niedrigen Luftdruck hatten, also cyclonenmässig waren. Dagegen die beiden Monate Juni und Juli, die den $2^1/_2$-fachen und 2-fachen Betrag der normalen Quantität Regen hatten, zeichneten sich gerade durch hohen Luftdruck aus. Hier waren es hauptsächlich schwere Gewitterregen, welche die grossen Mengen brachten, was man aus den maximalen an einem Tage gefallenen Regenhöhen ersieht. Es fiel an einem Tage

im Januar	8.1	mm.
„ Februar	12.2	„
„ März	12.8	„
„ April	12.3	„
„ Mai	32.9	„
„ Juni	50.0	„

im Juli	46.6	mm.
„ August	20.8	„
„ September	12.0	„
„ October	32.8	„
„ November	9.9	„
„ December	3.3	„
also das Jahres-Maximum. .	50.0	mm.

Die Anzahl der Niederschlagstage, geordnet nach der Grösse der Niederschläge, betrug in diesem Jahr:

1908. Von: bis:	mm. 0.1 0.9	mm. 1.0 1.9	mm. 2.0 2.9	mm. 3.0 3.9	mm. 4.0 4.9	mm. 5.0 9.9	mm. 10.0 19.9	mm. Ueber 20.0
Januar	14	4	3	3	1	2	—	—
Februar	9	6	3	2	—	2	1	—
März	2	1	1	—	1	1	1	—
April	9	3	1	—	1	—	1	—
Mai	7	1	3	2	2	3	—	1
Juni	5	3	2	—	1	3	3	1
Juli	3	2	4	2	1	2	1	2
August	4	5	3	1	1	6	—	1
September . .	9	1	3	1	1	1	2	—
October	6	3	1	—	—	—	—	2
November . .	9	4	4	—	—	1	—	—
December . .	13	6	1	1	—	—	—	—
Jahr	90	39	29	12	9	21	9	7

Die Gesammtzahl der Niederschlagstage, wie auch der Tage mit Schnee, Hagel, Graupeln betrug in diesem Jahr.

	Niederschlag.	Schnee.	Hagel.	Graupeln.
Januar	27	27	—	—
Februar . . .	23	23	—	—
März	7	7	—	—
April	15	4	—	—
Mai	19	2	1	2
Juni	18	—	2	—
Juli	17	—	2	—
August	21	—	—	—
September. . .	18	—	—	—

	Niederschlag.	Schnee.	Hagel.	Graupeln.
October	12	3	—	—
November . . .	18	18	—	—
December . . .	21	21	—	—
Jahr	216	105	5	2

Die Niederschlags-Menge wurde nach einem selbstregistrirenden Schneemesser Hellmann—Fuess und Regenmesser Hellmann—Fuess bearbeitet und ergaben folgende stündliche Werthe im Monatsmittel.

Stunden. a. m.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
0^h — 1^h	1.0	1.7	1.6	1.0	3.6	1.7	1.5	1.9	2.5	0.2	1.1	0.1	17.9
1 — 2	0.9	1.9	1.8	0.6	1.4	1.1	4.8	1.9	1.9	0.4	1.7	0.5	18.9
2 — 3	2.3	2.5	2.0	1.4	2.1	0.3	5.2	2.5	0.5	0.3	2.1	0.5	21.7
3 — 4	3.2	2.8	2.4	3.5	3.2	0.0	2.8	1.4	0.6	1.0	2.3	0.7	23.9
4 — 5	2.5	2.9	1.5	4.1	1.4	1.4	5.7	1.8	0.9	0.0	3.4	1.1	26.7
5 — 6	2.3	2.5	1.9	1.6	1.7	4.9	5.3	2.7	2.9	0.3	2.8	1.0	29.9
6 — 7	2.4	2.0	2.0	2.3	1.9	3.0	4.5	2.9	5.2	0.1	1.1	1.1	28.5
7 — 8	0.9	0.7	0.7	0.3	3.8	0.9	6.5	5.2	0.9	0.1	0.2	0.0	20.2
8 — 9	1.4	1.3	0.4	0.1	2.6	4.9	4.9	12.5	1.4	1.0	0.7	0.2	31.4
9 —10	1.4	2.3	0.5	0.4	2.9	2.2	2.4	4.9	1.1	2.0	0.9	1.2	22.2
10 —11	1.9	2.0	0.4	0.3	3.8	4.4	2.4	1.8	1.8	2.1	0.7	1.2	22.8
11 —12	2.3	3.0	0.4	0.7	6.0	11.9	0.6	2.3	1.3	3.5	0.2	1.0	33.2
0 — 1	2.6	2.4	0.7	0.4	7.7	7.3	0.9	2.8	2.1	3.4	0.1	1.3	31.7
1 — 2	3.0	2.4	0.4	0.3	6.1	5.6	1.9	2.0	4.2	4.0	0.3	1.2	31.4
2 — 3	2.6	3.2	1.1	0.1	5.1	4.5	29.7	2.4	2.0	9.0	0.7	1.0	61.4
3 — 4	2.2	2.3	0.7	0.3	5.5	6.9	3.9	2.3	3.0	3.7	1.4	1.6	33.8
4 — 5	2.7	1.8	0.5	1.0	6.0	22.9	4.0	4.0	1.0	7.1	0.3	0.8	52.1
5 — 6	2.7	1.6	0.8	0.9	2.2	10.0	1.3	5.6	1.0	2.9	0.9	0.4	30.3
6 — 7	1.0	2.0	1.4	1.0	4.7	1.8	1.4	4.1	2.2	2.2	0.6	0.3	22.7
7 — 8	0.7	1.7	0.9	0.4	1.8	2.7	18.6	3.5	1.5	6.8	2.1	0.2	40.9
8 — 9	0.6	1.3	1.6	0.6	0.3	19.9	25.3	6.7	0.9	6.6	1.2	0.7	65.7
9 —10	0.8	1.6	1.0	1.2	1.6	2.7	5.6	5.8	4.7	4.9	0.7	0.6	31.2
10 —11	1.2	1.9	1.2	3.5	2.2	3.8	1.3	3.5	1.1	0.9	0.3	0.8	21.7
11 —12	0.9	1.6	1.7	2.1	3.7	3.7	0.8	2.4	2.3	0.5	1.2	0.4	21.3
Monats-Summe	43.5	49.4	27.6	28.1	81.3	128.5	141.3	86.9	47.0	63.0	27.0	17.9	741.5

Diese Reihe von stündlichen Werthen der Niederschläge ist die erste, die für Moskau veröffentlicht worden ist. Es hat bisher an selbstregistrirenden Schneemessern gefehlt, die aber jetzt schon zwei Winter tadellos functionirt haben.

Der Schnee lag im Anfang des Jahres in einer Mächtigkeit von 44 cm., stieg dann allmählich und erreichte die grösste Dicke der Schneedecke mit 86 cm. am 14. und 15. März. Die Monatsmittel der Dicke der Schneedecke betrugen

im Januar	51	cm.
„ Februar . . .	61	„
„ März	72	„

Am 1. April betrug sie noch 54 cm. und am 18. April wurde sie zum letzten Mal beobachtet. Am 4.5. und 6. Mai fiel noch Schnee, aber in so geringer Menge, dass von einer Schneedecke nicht die Rede sein konnte. Im Herbst fiel der erste Schnee am 5. October, aber bis zur Schneedecke dauerte es noch einen Monat und am 5. November konnte sie mit 3 cm. Dicke notirt werden. Zum Schluss des Novembers wuchs die Dicke bis auf 16 cm. an und die mittlere Dicke im December betrug 20 cm. Mit 21 cm. ging sie in das Jahr 1909 hinüber.

Richtung und Stärke des Windes.

Die Anemographen-Aufzeichnungen wurden für das ganze Jahr, sowohl für die Windrichtung, als auch für die Windgeschwindigkeit stündlich bearbeitet. Den Richtungen sind nachstehend die drei Termine 7^h a. m., 1^h p. m. und 9^h p. m. entnommen, um die Resultate mit den früheren vergleichbar zu machen.

Häufigkeit der Richtungen.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	Septemb.	October.	Novemb.	Decemb.	Jahr.
N	5	3	4	3	9	8	5	1	2	—	8	5	53
NNE	1	1	2	—	3	3	7	—	8	6	1	6	38
NE	2	—	2	1	1	8	6	—	—	—	—	—	20

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
ENE	1	5	—	7	1	4	1	—	1	2	1	—	23
E	—	2	6	10	3	4	1	—	1	3	1	—	31
ESE	3	23	13	11	4	5	8	7	6	4	3	4	91
SE	13	17	12	26	5	5	5	8	3	—	3	9	106
SSE	—	6	1	4	3	3	—	4	3	3	1	1	29
S	—	3	—	5	4	1	2	2	7	2	1	7	34
SSW	5	2	1	2	1	6	2	2	5	—	7	5	38
SW	10	11	2	1	6	3	3	7	9	11	15	9	77
WSW	13	—	2	2	1	5	3	5	9	6	6	11	63
W	6	—	7	6	18	10	15	11	12	12	11	17	125
WNW	9	—	9	2	8	2	14	17	13	21	10	5	110
NW	8	4	3	3	15	4	5	4	—	2	3	6	57
NNW	16	9	3	1	5	6	3	6	—	16	4	5	74
Windstille.	1	1	26	6	6	13	13	19	11	15	15	3	129

Windstärke in Kilometern pro Stunde.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
0h. a. m.	20	24	14	15	18	15	11	13	13	15	14	16	16
1 „	19	24	14	16	17	15	11	13	13	14	13	16	15
2 „	19	23	14	15	17	15	12	13	13	14	13	16	15
3 „	19	24	14	14	16	15	12	12	13	14	13	16	15
4 „	20	24	14	14	16	14	12	12	13	14	12	17	15
5 „	20	24	14	14	15	14	12	12	13	14	13	17	15
6 „	20	25	15	15	15	15	12	11	13	14	13	17	15
7 „	20	25	14	16	17	16	12	12	13	13	14	17	16
8 „	21	26	15	16	18	16	13	14	14	14	15	18	17
9 „	21	27	15	17	19	18	14	16	15	14	15	17	17
10 „	21	27	16	19	22	20	15	16	17	15	15	18	18
11 „	21	27	16	21	24	20	16	18	19	17	15	17	19
Mittag	22	26	17	21	23	20	17	19	19	18	15	17	20

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.
1^h.p.m.	22	27	18	21	23	21	17	19	20	18	16	17	20
2 „	22	26	17	20	23	21	18	18	20	18	16	17	20
3 „	22	26	19	20	22	22	18	17	20	18	16	17	20
4 „	22	26	18	20	21	23	18	18	20	18	15	17	20
5 „	22	26	18	19	21	21	18	18	17	17	14	17	19
6 „	21	26	18	18	20	20	16	16	14	16	14	17	18
7 „	21	26	17	16	19	18	15	15	13	16	15	17	17
8 „	20	26	16	17	18	17	13	13	14	16	15	17	17
9 „	19	25	16	17	17	16	12	13	14	16	14	17	16
10 „	20	24	15	16	17	16	12	13	14	15	14	17	16
11 „	20	25	14	16	18	15	12	13	14	15	14	16	16
12 „	20	24	14	15	18	15	11	13	13	15	14	16	16
Mittel .	21	25	16	17	19	18	14	15	15	16	14	17	17

Hydrometeore, optische und electrische Erscheinungen.

Reif wurde 114 Mal beobachtet und zwar im Mai 10, Juni 12, Juli 23, August 31, September 35 und im October 3 Mal, wobei jeder Morgentermin und Abendtermin mitgezählt wurde.

Reif wurde 57 Mal notiert, nämlich im Januar 11 Mal, Februar 1 Mal, März 3 Mal, April 1 Mal, September 1 Mal, October 8 Mal, November 10 Mal und im December 12 Mal.

Raufrost wurde 1 Mal im December beobachtet.

Nebel 48 Mal, nämlich Januar 7, Februar 2, März 6, April 8, Mai 1, Juli 2, September 1, October 9, November 10 und im December 2 Mal.

Höhenrauch wurde 1 Mal im November beobachtet.

Schneegestöber war in den 3 ersten Monaten des Jahres sehr häufig, im Januar 6 Mal, im Februar 15 Mal, im März 5 Mal, dagegen in den letzten Monaten nur 2 Mal im December. Im Ganzen wurde 28 Mal Schneegestöber verzeichnet.

Glatteis wurde im Januar 2 Mal und im Februar 1 Mal notiert, also im Ganzen drei Mal.

Sturm wurde an den Beobachtungsterminen notirt, wenn der Wind 15 Meter pro Secunde überschritt, was in diesem Jahr sich an 41 Terminen ereignete. Als Beobachtungstermine sind hier nicht nur die Termine 7^h a. 1^h p. 9^h p. m. zu verstehen, sondern auch a. p. n.

An **optischen** Erscheinungen wurden bemerkt:

Sonnenringe 4 Mal, und zwar 3 Mal im April und 1 Mal im Juli. Am 17. April wurden 2 Nebensonnen, der horizontale Nebensonnenring, der Ring von 22° Radius und der obere Theil des Ringes von 44° Radius mit dem tangentiellen Ringstück beobachtet. Am 6. Juli wurden ausser dem Sonnenring noch zwei tangentielle Bogen gesehen.

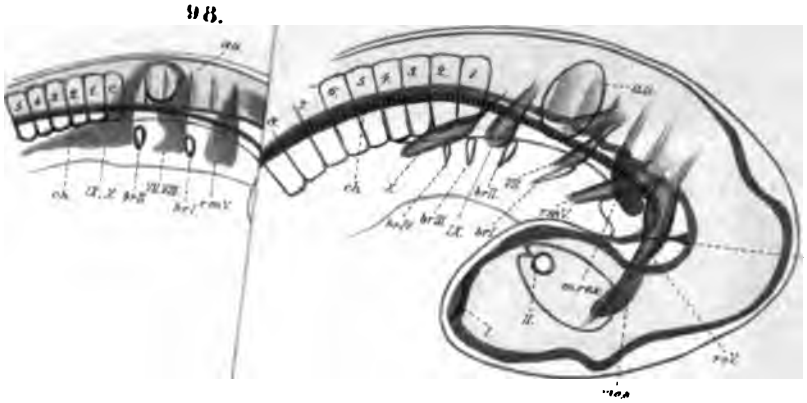
Mondringe wurden 8 Mal bemerkt, nämlich 4 Mal im Februar, 2 Mal im April und 2 Mal im November.

Mondhöfe zeigten sich im September 2 Mal, im October 4 Mal, im November 2 Mal und im December 2 Mal; im Ganzen 10 Mal.

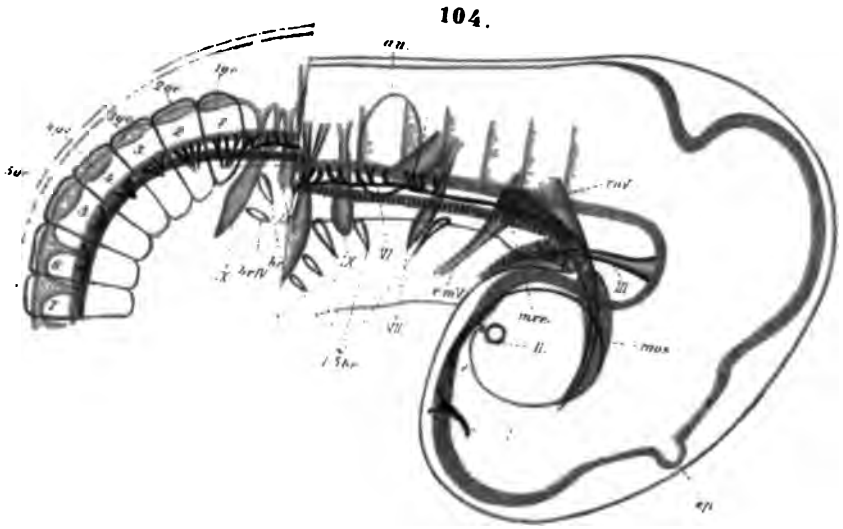
Regenbogen wurden 5 Mal notiert, je einer in den Monaten April, Mai, Juli, August und September.

An **electrischen** Erscheinungen, soweit sie hierher gehören, wurde nur *Gewitter* 4 Mal im Juni, 8 Mal im Juli, 3 Mal im August und 1 Mal im September beobachtet, also im Ganzen 16 Mal. Ausserdem wurde im Mai 1 Mal, im Juni 1 Mal und im August 2 Mal, also im Ganzen 4 Mal *Donner* ohne Blitz beobachtet. *Wetterleuchten* wurde im Juni 2 Mal, im Juli 1 Mal und August 2 Mal notiert.

98.

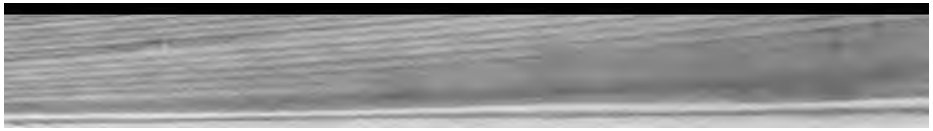


101.



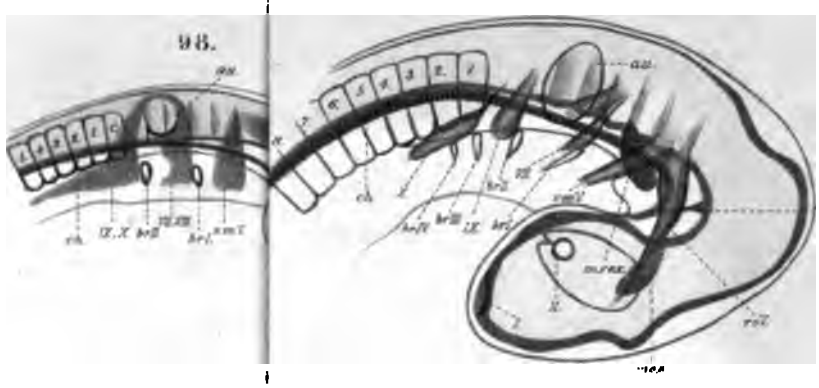
104.

107.

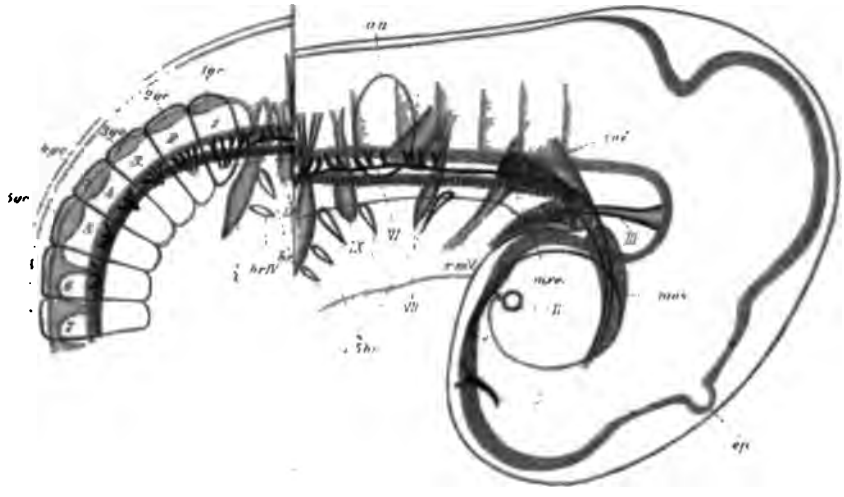


101.

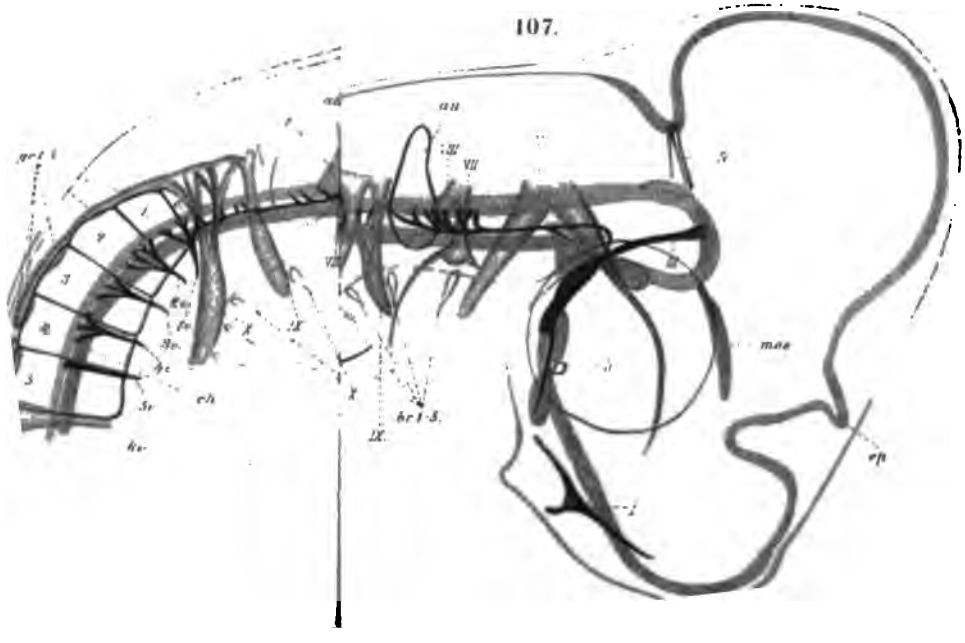
98.



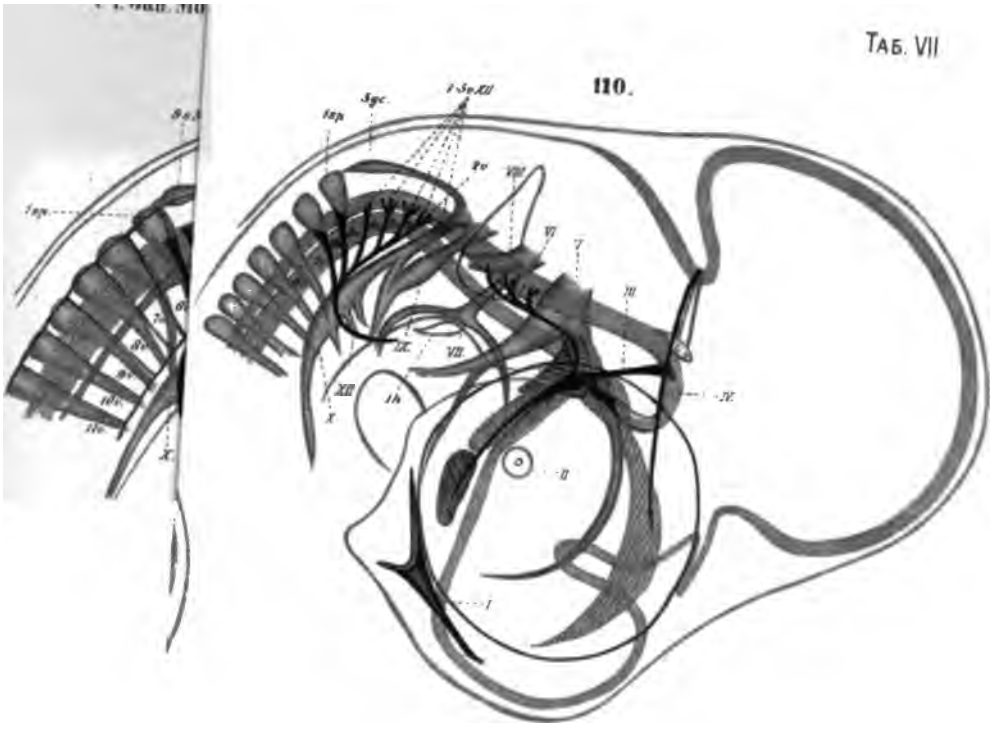
104.



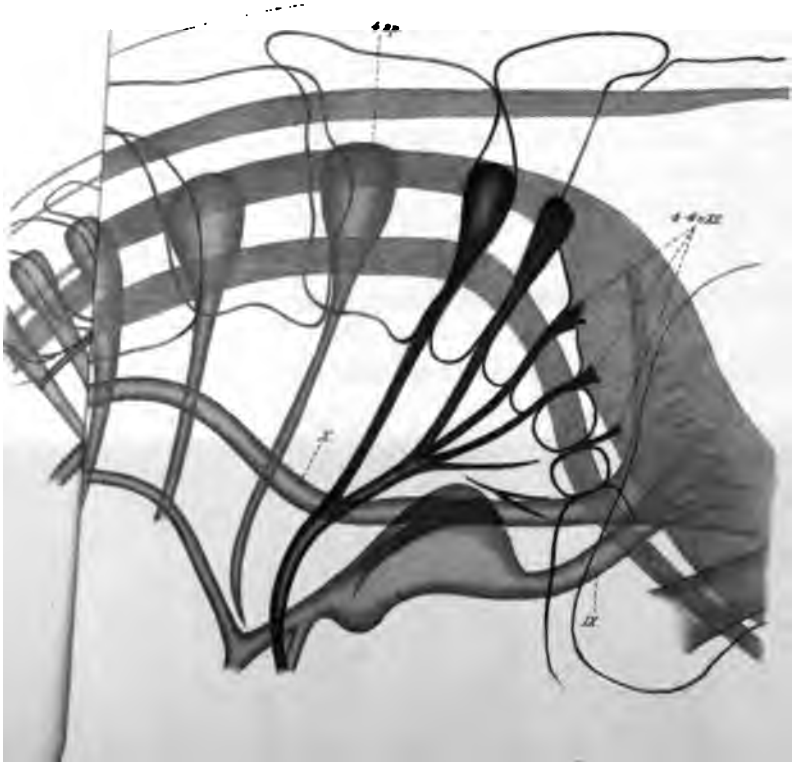
107.



[redacted]



113



ПРОТОКОЛЫ ЗАСѢДАНІЙ
ИМПЕРАТОРСКАГО МОСКОВСКАГО ОБЩЕСТВА
ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ.

Годъ 1908.

1908 года, января 17 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, Ю. В. Вульфа, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, А. П. Иванова, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, А. П. Павлова, Я. В. Самойлова, Д. П. Стремоухова и В. А. Тихомирова и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 20 декабря 1907 года.

2. *В. А. Тихомировъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Гликогенъ и микоза грибовъ вообще». Краткое изложеніе сообщенія г. *Тихомирова* при семъ особо прилагается.

3. *А. П. Ивановъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О происхожденіи темныхъ глинъ южно-русскихъ нефтяныхъ мѣсторожденій». Сообщеніе г. *Иванова* вызвало вопросы и замѣчанія со стороны *А. Д. Архангельскаго, А. П. Павлова* и *В. Д. Соколова.*

4. *М. А. Ракузинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Дальнѣйшее развитіе вопроса о поляриметріи нефтей». Краткое изложеніе сообщенія г. *Ракузина* при семъ особо прилагается.

5. Г. Попечитель Московскаго Учебнаго Округа отношеніемъ отъ 7 января сего года, за № 482, извѣщаетъ, что кредита на содержаніе Общества на январь мѣсяцъ сего года не открыто.

6. *М. И. Голенкинъ*, указавъ на выдающіяся научныя заслуги Д. чл. Общ., Prof. Dr. *K. Goebel'я* въ Мюнхенѣ и на предстоящее 23 февраля сего года чествованіе двадцатипятилѣтія его профессорской дѣятельности, предложилъ избрать Prof. *K. Goebel'я* въ почетные члены Общества и

ПРОТОКОЛЫ ЗАСѢДАНІЙ
ИМПЕРАТОРСКАГО МОСКОВСКАГО ОБЩЕСТВА
ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ.

Годъ 1908.

1908 года, января 17 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, Ю. В. Вульфа, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, А. П. Иванова, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, А. П. Павлова, Я. В. Самойлова, Д. П. Стремоухова и В. А. Тихомирова и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 20 декабря 1907 года.

2. *В. А. Тихомировъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Гликогенъ и микоза грибовъ вообще». Краткое изложеніе сообщенія г. *Тихомирова* при семъ особо прилагается.

3. *А. П. Ивановъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О происхожденіи темныхъ глинъ южно-русскихъ нефтяныхъ мѣсторожденій». Сообщеніе г. *Иванова* вызвало вопросы и замѣчанія со стороны *А. Д. Архангельскаго*, *А. П. Павлова* и *В. Д. Соколова*.

4. *М. А. Ракузинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Дальнѣйшее развитіе вопроса о поляриметріи нефтей». Краткое изложеніе сообщенія г. *Ракузина* при семъ особо прилагается.

5. Г. Попечитель Московскаго Учебнаго Округа отношеніемъ отъ 7 января сего года, за № 482, извѣщаетъ, что кредита на содержаніе Общества на январь мѣсяцъ сего года не открыто.

6. *М. И. Голенкинъ*, указавъ на выдающіяся научныя заслуги Д. чл. Общ., Prof. Dr. *K. Goebel'я* въ Мюнхенѣ и на предстоящее 23 февраля сего года чествованіе двадцатипятилѣтія его профессорской дѣятельности, предложилъ избрать Prof. *K. Goebel'я* въ почетные члены Общества и

щими уже зрѣлыя споры, несмотря на ихъ еще очень незначительные размѣры. Въ доставленномъ мнѣ спиртовомъ матеріалѣ оказались asci еще сравнительно юные. Понятно, что они были очень богаты *гликогеномъ*, но главный интересъ представляли споры. Послѣднія бураго цвѣта и вся сферическая поверхность ихъ покрыта сплошь крючковатыми шипами, какъ видно на таблицѣ, которая была мною представлена въ прошломъ засѣданіи. Не то было здѣсь: споры, почти достигшія уже полной величины, были *безцвѣтны* еще и *совершенно гладки*, только у нѣкоторыхъ можно было отличить едва замѣтные бугры—будущіе крючки эписпоріа. Такимъ образомъ, благодаря глубокоуважаемой *Е. И. Карнѣевой*, мы имѣемъ пока единственныя данныя по исторіи развитія споръ у *Choirotyces meandriformis*.

Въ прошломъ засѣданіи я указывалъ на медленное появленіе желтыхъ *сферитовъ* и *кристалловъ фенилгидрозазона* при наличности микрохимической реакціи *гликогена* у молодыхъ asci и въ самой стромѣ гриба. Тѣ же результаты получилъ я у *Helvella esculenta* L., *Morchella conica* Pers., *M. bohemica* Crb., затѣмъ между *грибами базидіальными* у *Agaricus campestris* L. (шампиньонъ), *Boletus nobilis* (боровикъ) и *B. scaber* (*березовикъ, черный грибъ*). Между сумчатыми *Pyrenomycetes* тоже получалась мною *медленная* реакція *фенилгидрозазона* у *живыхъ*, молодыхъ склероціевъ *спорыньи: Claviceps purpurea Tulasne*, собранныхъ мною прошлымъ *лѣтомъ въ Binz на Рюгенѣ*.

Оставляя въ сторонѣ спорынью, гдѣ мнѣ не удалось доказать присутствіе гликогена, становится на первомъ мѣстѣ вопросъ: *какому* именно *сахару* приписать наблюдаемую у всѣхъ этихъ, содержащихъ гликогенъ, грибовъ появленіе желтыхъ сферитовъ и кристалловъ *фенилгидрозазона?*

Извѣстно, что главнымъ, чаще единственнымъ даже, сахаромъ *грибовъ* является *микоза*, иначе *Trehalosa*, по формулѣ ея относящаяся къ *біозамъ:* $C_{12}H_{22}O_{11}+2H_2O$. Кристаллы ея, ромбическія призмы, легко растворимы въ водѣ, сладкаго вкуса. Она вращаетъ *вправо* и только съ *нѣкоторыми* формами *дрождевого грибка* (извѣстные виды рода Saccharomyces) способна къ спиртному броженію. Для насъ особенно важно, что микоза *не возстановляетъ* въ жидкости *Fehling'a закись мѣди*, не содержитъ группы *альдегида* и потому *озазона не даетъ*. Подъ вліяніемъ фермента Trehalosa, вы-

дѣленнаго *Bourquelot*, возможно дальнѣйшее расщепленіе *микозы*. Извѣстно, что при нагрѣваніи и дѣйствіи разведенной H_2SO_4 и ферментовъ (Trehalosa) она распадается на *двѣ* частицы *декстрозы*: $C_6H_{12}O_6$; послѣдняя, въ качествѣ содержащей альдегидную группу (альдоза) *монозы*, способна къ образованію *озазона*. *Bourquelot* показалъ далѣе, что при медленномъ высушиваніи *микоза* въ тканяхъ грибовъ исчезаетъ, а при извѣстныхъ условіяхъ даетъ *маннитъ;* прибавлю, что послѣдній является въ качествѣ 6-тиатомнаго алкоголя *альдегидомъ декстрозы*. Таковы данныя химическія. Согласно имъ препараты тканей грибовъ, содержащихъ *микозу*, не должны возстановлять *Liquor Fehlingi* и *не давать сферитовъ* или кристалловъ *фенильгидрозазона,* источникомъ же образованія у грибовъ сахара при жизни ихъ долженъ быть *гликогенъ*. Послѣдній найденъ мною у всѣхъ упомянутыхъ грибовъ, за исключеніемъ спорыньи, но микрохимически былъ онъ найденъ и у нея другими авторами. При моихъ изслѣдованіяхъ жидкость *Fehling*'а, какъ и слѣдовало, давала результаты *отрицательные*, тогда какъ сфериты и кристаллы *фенильгидрозазона* появлялись лишь *медленно*, иногда мѣсяцы спустя. Реакція велась всегда на холодѣ, безъ подогрѣванія; очевидно, она могла наступать лишь послѣ того, какъ *энзима* тканей (*Trehalosa Bourquelot* или, быть можетъ, иной какой-либо ферментъ) расщепляла *одну молекулу микозы на двѣ декстрозы*. Такъ объясняю я себѣ появленіе фенильгидрозазона у грибовъ, содержащихъ микозу (Mycosa, иначе Trehalosa).

Дальнѣйшее развитіе вопроса о поляриметріи нефтей.

М. А. Ракузина.

По мѣрѣ накопленія экспериментальныхъ данныхъ выясняется, что фильтраціонный принципъ *Дея*, какъ находящійся въ полномъ согласіи съ оптическими и другими данными нефтей, пріобрѣтаетъ характеръ безспорной теоріи. Доказательства сказаннаго исчисляются десятками. Кривыя оптическихъ свойствъ и уд. вѣсовъ, подобно биби-эйбатскимъ кривымъ, получены для *14 нефтей* изъ *Романова* и *11 нефтей* изъ *Балахановъ*.

Нефти послѣднихъ 2 мѣсторожденій оправдываютъ теорію и еще въ другомъ отношеніи. Еще въ 1906 году я указывалъ на то, что

съ физико-химической точки зрѣнія нефти растворы «оптически не однородные» (optisch inhomogen) и что, исходя изъ ученія о феноменѣ Тиндаля [1]), мы должны допустить, что между классомъ оптически пустыхъ жидкостей и оптически непрозрачныхъ слѣдуетъ включить классъ *«оптически полупрозрачныхъ»* жидкостей (нефтей), такъ какъ въ природѣ не можетъ быть внезапныхъ переходовъ. *Изъ упомянутыхъ 25 нефтей 22 оказались именно категоріи полупрозрачныхъ* ($K = 1\%—3\%$ въ растворѣ C_6H_6). Я потому обращаю вниманіе на этотъ фактъ, что до этого изслѣдованія я зналъ только 3 полупрозрачныхъ нефти на землѣ: изъ Анапы, Тегернзее и Пенсильваніи.

Но оправданіемъ этихъ *предсказаній* ученія объ оптической химіи нефтей вопросъ не исчерпывается. Въ статьѣ о свято-островской нефти [2]) я высказалъ убѣжденіе, что ниже залеганій оптически пустыхъ нефтей слѣдуетъ искать слѣдующихъ болѣе плотныхъ фильтръ-фракцій маточной нефти. *Въ Сураханахъ это предсказаніе сбылось,* и 14. XI. 07 тамъ впервые послѣ 40-лѣтнихъ изысканій появилась «темная» нефть (фонтанъ) [3]).

Теорія требуетъ, чтобы нефтямъ различной древности (различной плотности и т. д.) соотвѣтствовалъ бы различный запасъ энергіи, хотя бы въ видѣ различныхъ *калорическихъ эффектовъ*. Опытъ это подтверждаетъ, и такимъ образомъ калорическіе эффекты для серіи нефтей извѣстнаго района также могутъ служить критеріемъ для сужденія о сравнительной древности: можно даже построить извѣстныя кривыя измѣненія калорическихъ эффектовъ въ зависимости отъ глубины залеганія, но *размахъ* этихъ кривыхъ будетъ меньше, чѣмъ для уд. вѣсовъ, напримѣръ.

Наконецъ, ученіе объ оптическихъ свойствахъ остатковъ вызываетъ вопросъ: что такое *«черный»* предметъ? Въ самомъ дѣлѣ, изучая десятки остатковъ отъ перегонки нефтей, мы ихъ во всѣхъ случаяхъ называемъ «черными». Между тѣмъ бензольные растворы ихъ обладаютъ настолько различными свойствами по отношенію къ поляризованному и обыкновенному лучу, что $K = {}^1/_{32}\%$ до ${}^1/_2\%$. Я

---

[1]) M. Rakusin. Die Untersuchung des Erdöles und seiner Produkte (Braunschweig, 1906).

[2]) Изв. Геолог. Ком. 1906.

[3]) Эта нефть изслѣдована мной по порученію Геолог. Ком. въ февралѣ 1908 г.

поэтому думаю, что мы *близки къ выясненію точнаго понятія о «черномъ» предметѣ* и что эти изслѣдованія въ связи съ предпринимаемымъ мною *спектральнымъ анализомъ нефти* [1]) ускорятъ рѣшеніе вопроса.

1908 года, февраля 21 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, В. А. Дейнеги, М. А. Мензбира, А. Б. Миссуны, А. В. Павлова, С. П. Попова, М. А. Ракузина, Е. Д. Ревуцкой и В. А. Тихомирова и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 17 января 1908 года.

2. *Ю. В. Вульфъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Нѣкоторыя свойства пространственныхъ рѣшетокъ». Краткое изложеніе сообщенія г. *Вульфа* при семъ особо прилагается.

3. *В. М. Данчакова* сдѣлала сообщеніе: «О желточномъ мѣшкѣ птицъ, какъ кроветворномъ органѣ».

4. Г. Президентъ *Н. А Умовъ,* указавъ на выдающіяся научныя и общественныя заслуги Проф. *А. В. Клоссовскаго* въ Одессѣ, предложилъ, отъ имени Совѣта, избрать г. *Клоссовскаго* почетнымъ членомъ Общества. Предложеніе это, особо мотивированное *Э. Е. Лейстомъ*, было принято съ единодушнымъ сочувствіемъ.

5. Императорское Русское Географическое Общество циркулярно сообщаетъ, что 4 февраля сего года предстоитъ чествованіе его дѣйствительнаго члена Проф. *А. И. Воейкова*, по случаю 25-лѣтія предсѣдательствованія его въ Метеорологической Комиссіи Общества. По этому поводу г. Президентъ *Н. А. Умовъ* доложилъ, что имъ своевременно была послана привѣтственная телеграмма на имя названнаго Общества съ выраженіемъ поздравленія *А. И. Воейкову* и пожеланія ему дальнѣйшаго продолженія его плодотворной научной дѣятельности на многіе годы.

6. Г. Предсѣдатель Кіевскаго Общества Естествоиспытателей *Н. И. Андрусовъ* циркулярно извѣщаетъ о предстоящемъ 19 февраля сего года чествованіи проф. *С. Г. Навашина* по случаю 25-лѣтія его научной и педагогической дѣятельности. Постановлено: привѣтствовать г. *Навашина* черезъ названное Общество.

7. Университетъ въ Гласго благодаритъ Общество за выраженное имъ соболѣзнованіе по случаю кончины лорда Кельвина и одновременно съ этимъ проситъ о продолженіи высылки въ библіотеку Университета тѣхъ

---

[1]) Спектральный анализъ асфальтовъ произведенъ *Кайзеромъ* въ Нюрнбергѣ въ 1879 году.

изданій, которыя были высылаемы Обществомъ лорду Кельвину. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

8. *Н. Ѳ. Слудскій*, письмомъ на имя г. Секретаря *В. Д. Соколова*, благодаритъ Общество за избраніе его дѣйствительнымъ членомъ.

9. *М. А. Ракузинъ* благодаритъ Общество за избраніе его дѣйствительнымъ членомъ.

10. Г. Попечитель Московскаго Учебнаго Округа отношеніемъ отъ 25 января сего года, за № 2441, увѣдомляетъ, что имъ сдѣлано сношеніе съ Московскою Казенною Палатой объ открытіи счета въ суммѣ пятисотъ рублей по Московскому Губернскому Казначейству по § 5 смѣты Министерства Народнаго Просвѣщенія сего года на выдачу означенной суммы Обществу въ счетъ назначеннаго ему по смѣтѣ ежегоднаго пособія.

11. Московская Казенная Палата отношеніемъ отъ 28 января сего года, за № 5535, извѣщаетъ объ открытіи ею кредита въ распоряженіе Общества на сумму въ пятьсотъ рублей.

12. Департаментъ Земледѣлія, желая располагать при разсмотрѣніи ходатайства Общества о субсидіи въ 300 рублей на продолженіе изданія «Матеріаловъ къ познанію фауны и флоры Россійской имперіи» какъ вновь вышедшими въ свѣтъ выпусками таковыхъ, хотя бы за послѣдніе два года, такъ равно и протоколами за то же время, отношеніемъ отъ 26 января сего года, за № 2396, проситъ о доставленіи ему указанныхъ изданій въ самомъ непродолжительномъ времени. По этому поводу г. Секретарь *В. Д. Соколовъ* доложилъ, что просьба Департамента Земледѣлія была своевременно исполнена.

13. Комиссія, завѣдующая Мурманскою Біологическою Станціей Императорскаго С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей, отношеніемъ отъ 9 февраля сего года, проситъ сообщить, не пожелаетъ ли Общество, согласно § 16 устава Станціи, воспользоваться своимъ правомъ на полученіе одного рабочаго стола на станціи въ теченіе лѣта 1908 года. Постановлено: за отсутствіемъ желающихъ занять рабочій столъ на означенной Станціи со стороны Общества, отказаться на нынѣшній годъ отъ пользованія имъ.

14. Временный Генералъ-Губернаторъ Тифлисской губерніи и Закатальскаго Округа, при отношеніи отъ 15 января сего года, за № 640, препровождаетъ свидѣтельство, за № 137, на право ношенія оружія и удостовѣреніе на пріобрѣтеніе его на имя *В. В. Баньковскаго*.

15. Совѣтъ Русскаго Энтомологическаго Общества циркулярнымъ письмомъ г. ученаго секретаря отъ 28 января сего года, за № 59, увѣдомляетъ о наступленіи въ концѣ текущаго года срока присужденія названнымъ Обществомъ преміи имени П. П. Семенова-Тянъ-Шанскаго за труды по энтомологіи. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

16. Комитетъ международной выставки современныхъ приборовъ для освѣщенія и нагрѣванія, учрежденный при Императорскомъ Русскомъ Тех-

ническомъ Обществѣ, письмомъ отъ 31 января сего года съ приложеніемъ 5 экземпляровъ циркуляра и правилъ относительно созываемаго названнымъ Обществомъ въ С.-Петербургѣ съ 23 февраля по 4 марта текущаго года Съѣзда по вопросамъ освѣщенія, проситъ оказать содѣйствіе въ распространеніи свѣдѣній о Съѣздѣ среди лицъ и учрежденій, могущихъ принять участіе въ немъ. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

17. Г. Секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ о предстоящихъ съ 6 по 14 іюня сего года засѣданіяхъ международной ассоціаціи ботаниковъ въ Монпелье. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

18. Постановлено: согласно просьбамъ Финляндскаго Общества Наукъ въ Гельсингфорсѣ и Физико-Экономическаго Общества въ Кенигсбергѣ, пополнить недостающія въ ихъ библіотекахъ изданія Общества по мѣрѣ возможности.

19. Управленіе курорта въ Наугеймѣ проситъ о высылкѣ ему 4-го выпуска Bulletin за 1863 годъ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить, если на складѣ Общества найдется свободный экземпляръ означеннаго выпуска.

20. Бессарабское Общество Естествоиспытателей и Любителей Естествознанія въ Кишиневѣ, Universidad de Zaragoza, Société Portugaise de Sciences Naturelles (Lisbonne), Jorkshire Geological Society (Leeds), The Illuminating Engineering Publishing (London) и Agricultural Research Institute (Pusa, India) предлагаютъ вступить съ ними въ обмѣнъ изданіями. Постановлено: принять эти предложенія.

21. Сорокское Общество Изслѣдователей Приднѣстровья при отношеніи отъ 21 января сего года, за № 32, препровождаетъ свои изданія: «Цѣли и задачи Общества изслѣдователей Приднѣстровья» и «Программу организаціи Учебнаго отдѣла на Единецкой выставкѣ».

22. Метеорологическая Обсерваторія Романово-Борисоглѣбскаго Уѣзднаго Земства и Кіевскій студенческій кружокъ изслѣдователей природы просятъ о безплатной высылкѣ имъ изданій Общества. Постановлено: просьбы эти отклонить.

23. Постановлено прекратить высылку изданій Общества слѣдующимъ учрежденіямъ, отъ которыхъ за послѣдніе годы не было получено никакихъ изданій: Ornithologische Gesellschaft—Die Schwalbe (Wien), Westfählisches Provincial-Museum für Wissenschaft und Kunst, Naturwissenschaftliche Wochenschrift (Berlin) и Naturwissenschaftliche Gesellschaft (Bamberg).

24. Постановлено благодарить за доставленіе Обществу изданій для пополненія его библіотеки слѣдующія учрежденія: Geological Society (London), Académie des Sciences (Paris) и K. Vetenskaps Academia (Stockholm).

25. По предложенію г. Президента *Н. А. Умова* выражена благодарность *А. Б. Миссунѣ* за дѣятельное участіе ея въ завѣдываніи библіотекою Общества.

26. *М. А. Мензбиръ* проситъ объ оказаніи содѣйствія *Г. И. Полякову*, зарекомендовавшему себя обстоятельными біологическими наблюденіями надъ птицами Московской губерніи, возбужденіемъ соотвѣтствующихъ ходатайствъ передъ административными властями о выдачѣ ему открытыхъ предписаній на 1908 годъ на предметъ безпрепятственнаго производства намѣченныхъ имъ научныхъ работъ въ предѣлахъ названной губерніи. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

27. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 15 лицъ и учрежденій.

28. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 12.

29. Книгъ и журналовъ въ Библіотеку Общества поступило 212 томовъ.

30. Г. Секретарь *В. Д. Соколовъ*, отъ имени Совѣта, доложилъ, что въ засѣданіи его 22 января сего года было постановлено, на основаніи § 6 «Правилъ по составленію, храненію, пользованію и расходованію запаснаго капитала» Общества, для усиленія его оборотныхъ средствъ, позаимствовать изъ означеннаго капитала 899 руб. 42 к., при чемъ, во избѣжаніе расходовъ по закладу или потери на курсовой разницѣ около 20 руб. на 100 руб. при продажѣ составляющихъ его процентныхъ бумагъ, вся эта сумма была взята изъ свободной наличности состоящихъ при Обществѣ капиталовъ. Постановлено: признать дѣйствія Совѣта правильными.

31. Г. Казначей *В. А. Дейнега* доложилъ, что въ погашеніе заимствованныхъ 899 руб. 42 коп. по кассѣ Общества къ настоящему засѣданію поступило 404 руб. 75 коп.

32. Ревизіонная Комиссія представила слѣдующій протоколъ произведенной ею ревизіи кассовыхъ книгъ, оправдательныхъ документовъ и наличности кассы Общества за 1907 годъ:

«Ревизіонная Комиссія, въ составѣ нижеподписавшихся, имѣетъ честь доложить Обществу, что по произведенной 17 февраля 1908 года подробной повѣркѣ кассовыхъ книгъ и документовъ Общества, предъявленныхъ г. Казначеемъ, и наличности, оказалось, что приходъ въ 1907 году слѣдующій:

Отъ правительства	4857 р. — к.
Остальныхъ поступленій	1559 » 73 »
Остатокъ 1906 года	206 » 77 »
	6623 р. 50 к.

Расходъ:

На печатаніе изданій	4454 р. — к.
Остальные расходы	2169 » 50 »
	6623 р. 50 к.

	Процентными бумагами:	Наличными деньгами:
Запаснаго капитала Общества	1400 р.	— р. — к.
Капитала на премію имени К. И. Ренара .	3000 »	291 » 25 »
Капитала на премію имени А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма	3700 »	113 » 50 »
Всего . . .	8100 р. и	404 р. 75 к.

Процентныя бумаги, $4^1/_2$ % облигаціи Московскаго Городского Кредитнаго Общества, хранятся въ Государственномъ Банкѣ. Квитанціи были предъявлены на сумму восемь тысячъ сто рублей. Наличность на сумму четыреста четыре рубля 75 коп. была предъявлена. Всѣ записи въ книгахъ и оправдательные документы найдены въ полномъ порядкѣ. Кромѣ того, предъявлены были г. Казначеемъ находящіяся у него на храненіи четыре облигаціи сторублеваго достоинства $4^1/_2$ % Московскаго Городского Кредитнаго Общества и пятьдесятъ девять рублей 46 коп. наличными, собранные для капитала на премію имени С. М. Переяславцевой.

Вл. Гулевичъ, Як. Самойловъ».

Постановлено: благодарить гг. членовъ Ревизіонной Комиссіи за понесенный ими трудъ, а г. Казначея за образцовое веденіе кассовой отчетности по Обществу.

33. Г. Казначей *В. А. Дейнеа* представилъ отчетъ по приходу и расходу суммъ Общества за 1907 годъ.

Приходъ:	По смѣтѣ:	Въ дѣйствительности:
1. Сумма, отпускаемая Правительствомъ	4857 р. — к.	4857 р. — к.
2. Членскіе взносы и плата за дипломы	300 » — »	331 » — »
3. Отъ продажи изданій Общества	200 » — »	269 » 46 »
4. % съ Запаснаго капитала . .	59 » 85 »	59 » 85 »
5. Остатокъ отъ суммъ 1906 г. .	— » — »	206 » 77 »
6. Согласно постановленію Совѣта отъ 22 января 1908 года и отношенію отъ 4 февраля 1908 года, за № 110, перечислено заимообразно для усиленія оборотныхъ средствъ Общества изъ наличности Запаснаго капитала, Капиталовъ на преміи К. И. Ренара и А. Г. Фишера фонъ-Вальдгейма . . .	— » — »	899 » 42 »
Всего .	5416 р. 85 к.	6623 р. 50 к.

Расходъ:

1. Печатаніе изданій Общества .	3600 р. — к.	4454 р. — к.
2. Жалованье письмоводителю канцеляріи Общества	360 » — »	360 » — »
3. Жалованье письмоводителю библіотеки Общества	360 » — »	360 » — »
4. Жалованье служителю Общества	270 » — »	270 » — »
5. Наградныя деньги къ праздникамъ	130 » — »	120 » — »
6. Почтовые расходы	260 » — »	241 » 64 »
7. Канцелярскіе расходы	200 » — »	122 » 29 »
8. Расходы по библіотекѣ Общества	25 » — »	92 » 70 »
9. Возвратъ по ст. 6 Прихода .	— » — »	404 » 75 »
10. Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы, экскурсіи и проч. . .	211 » 85 »	198 » 12 »
Всего . . .	5416 р. 85 к.	6623 р. 50 к.

Постановлено: признавъ этотъ отчетъ правильнымъ, утвердить его.

34. Г. Казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 21 февраля 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 1023 руб., въ расходѣ 283 р. 20 к. и въ наличности 739 р. 80 к.; 2) по кассовой книгѣ Запаснаго капитала состоитъ въ % бумагахъ 1400 р.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ 3000 руб. и въ наличности 291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вильдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 3700 руб. и въ наличности 113 р. 50 к. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ д. чл. Общ. *Ю. В. Вульфа*. Членскіе взносы по 4 р. поступили за 1907 годъ отъ *Е. В. Цвѣткова*, за 1908 г. отъ *Д. Н. Анучина*, *А. Д. Архангельскаго*, Кн. *Г. Д. Волконскаго*, *В. С. Гулевича*, *Н. Е. Жуковскаго*, *А. П. Иванова*, *И. А. Каблукова*, *В. В. Карандѣева*, *Н. А. Касьянова*, *С. Г. Крапивина*, *Н. К. Кольцова*, *Ѳ. Н. Крашенинникова*, *Н. Н. Любавина*, *Л. К. Лахтина*, *Ѳ. К. Лоренца*, *К. И. Мейера*, *Л. З. Мороховца*, *М. В. Павловой*, *А. П. Павлова*, *А. Н. Петунникова*, *П. В. Преображенскаго*, *Е. Д. Ревуцкой*, *А. Н. Сабанина*, *Н. Ф. Слудскаго*, *Е. М. Соколовой*, *И. П. Соболева*, *Н. И. Сургунова*, *Е. М. Степанова*, *А. А. Титова*, *В. А. Тихомирова*, *Н. Е. Цабеля*, *М. К. Цвѣтаевой*, *Н. И. Чистякова*, *Д. М. Щербачева*, *В. С. Щегляева*.

35. Въ члены-корреспонденты избраны *Екатерина Ивановна Карнѣева* въ Москвѣ (по предложенію В. Д. Соколова, В. А. Тихомирова и Н. А. Умова).

36. Къ избранію въ члены-корреспонденты предложенъ *Григорій Ивановичъ Поляковъ*, имѣніе Саввино, при ст. Обираловка Московско-Нижегородской желѣзной дороги (по предложенію Ѳ. К. Лоренца и М. А. Мензбира).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

О внѣшнемъ видѣ кристалловъ и о нѣкоторыхъ свойствахъ пространственныхъ рѣшетокъ.

Г. В. Вульфа.

До сихъ поръ въ кристаллографіи линейныя протяженія кристалловъ оставлялись безъ вниманія. Законъ «постоянства угловъ» утверждаетъ, что характерными для кристалла величинами являются углы между его гранями или между его ребрами, но не только абсолютная величина самихъ граней и реберъ является совершенно несущественной, но даже относительная: кристаллы одного и того же вещества могутъ вовсе не быть многогранниками, подобными другъ другу. Однако изученіе скоростей роста кристалловъ по направленіямъ его граней привела къ необходимости обратить вниманіе и на протяженія кристалла по различнымъ направленіямъ. Способъ измѣренія скоростей роста граней кристалловъ былъ разработанъ авторомъ въ его диссертаціи «Къ вопросу о скоростяхъ роста и растворенія кристаллическихъ граней» въ 1895 году. Изучая скорости роста граней кристалловъ Моровской соли $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 6H_2O$ авторъ нашелъ, что грани этихъ кристалловъ растутъ со скоростью, возрастающею съ площадями образующихъ параллелограмовъ этихъ граней. Дальнѣйшія измѣренія этихъ величинъ во вращающихся кристаллизаторахъ (см. G. Wulff, Zur Frage der Geschwindigkeit des Wachsthums und der Auflösung der Krystallflächen, Zeitschrift für Krystallographie, 1901, т. 34, стр. 449) показали, что эта зависимость для даннаго вещества весьма близка къ пропорціональности. Хотя à priori необходимо предположить, что эта зависимость можетъ быть наблюдена далеко не во всѣхъ случаяхъ, ибо скорость роста грани должна зависѣть не только отъ одного расположенія молекулъ въ грани, но для теоретической постановки вопроса, въ качествѣ пер-

ваго приближенія, такое допущеніе не только возможно, но и необходимо въ виду экспериментальныхъ данныхъ для Моровской соли. Это допущеніе авторъ и положилъ въ основу своихъ дальнѣйшихъ теоретическихъ соображеній. Вопросъ о теоретически простѣйшемъ внѣшнемъ видѣ кристалловъ сводится такимъ образомъ къ изученію нѣкоторыхъ свойствъ пространственныхъ рѣшетокъ.

Главное изъ относящихся сюда свойствъ авторъ усмотрѣлъ въ одномъ многогранникѣ, выведенномъ проф. Г. Ѳ. Воронымъ. Главнѣйшія свойства этого многогранника были сообщены автору проф. Воронымъ въ устной бесѣдѣ. Проф. Вороной поставилъ и рѣшилъ задачу: «опредѣлить для пространственной рѣшетки область, внутри которой расположены точки пространства, болѣе близкія къ одному изъ узловъ рѣшетки, чѣмъ ко всѣмъ прочимъ». Область имѣетъ видъ выпуклаго многогранника, грани котораго перпендикулярны къ серединамъ четырнадцати кратчайшихъ параметровъ рѣшетки. Грани попарно обратно равны и параллельны, три пары имѣютъ форму параллелограмовъ, четыре пары—шестиугольниковъ съ равными и параллельными противоположными сторонами. Каждый параллелограмъ окруженъ четырьмя шестиугольниками. Многогранникъ этотъ, который обозначимъ черезъ II, есть параллелоэдръ, т.-е. въ параллельномъ положеніи такіе многогранники могутъ заполнить пространство безъ промежутковъ. Если бы узлы рѣшетки были тяжелыми матеріальными точками, то многогранникъ представлялъ бы изъ себя аналогъ сферы дѣйствія такой точки. Но кристаллическія частицы не могутъ быть уподоблены матеріальнымъ точкамъ, дѣйствующимъ на сосѣднія молекулы съ силами, независимыми отъ направленія, а потому если этотъ многогранникъ и можетъ имѣть значеніе для кристалловъ, то во всякомъ случаѣ не такое. Если же построить многогранникъ II для полярной рѣшетки, то онъ получаетъ совершенно опредѣленный кристаллографическій смыслъ: его грани будутъ параллельны гранямъ кристалла и будутъ удалены отъ центра на разстоянія, равныя половинамъ соотвѣтствующихъ образующихъ параллелограмовъ первоначальной рѣшетки, дѣленнымъ на среднее разстояніе ея узловъ, иначе, кристаллъ, грани котораго растутъ со скоростями, пропорціональными площадямъ ихъ образующихъ параллелограмовъ, подобенъ многограннику II во все время своего роста и остается таковымъ по окончаніи роста. Такимъ образомъ, многогранникъ II представляетъ простѣйшую теоретическую внѣшнюю форму кристалла.

Эта простѣйшая форма можетъ быть разсматриваема какъ комбинація гексоида (параллелограматическія грани II) съ октоидомъ (шестиугольныя грани II). Каждый поясъ II состоитъ изъ шестигранной призмы, вписанной въ прямой круглый цилиндръ. При наличности одного прямого угла шестигранная призма превращается въ четырехгранную съ прямыми углами. Наличность прямыхъ угловъ въ поясахъ II уменьшаетъ число его граней. При одномъ прямоугольномъ поясѣ II становится двѣнадцатигранникомъ съ четырьмя шестиугольными гранями, образующими прямоугольный поясъ; этотъ поясъ заканчивается съ той и другой стороны четырьмя парами параллелограматическихъ граней. При двухъ прямоугольныхъ поясахъ II обращается въ прямую шестигранную призму, при трехъ—въ прямоугольный параллелепипедъ.

Многогранникъ II объясняетъ такъ называемый законъ усложненія внѣшняго вида кристалла. На немъ каждый острый уголъ двухъ граней притупленъ третьей гранью. Параметръ рѣшетки, отвѣчающій этой грани, выводится геометрическимъ сложеніемъ параметровъ двухъ сосѣднихъ граней того же пояса. Если допустить, что удаленіе граней кристалла отъ его центра (скорость роста граней) зависитъ не только отъ плотности расположенія въ нихъ молекулъ (отъ величины образующаго параллелограма рѣшетки), а и отъ взаимодѣйствія кристалла и маточнаго раствора, то кристаллъ вообще не будетъ подобенъ II; нѣкоторыя грани выйдутъ за предѣлы II. Но при этомъ тѣ грани кристалла, для которыхъ параметръ полярной рѣшетки будетъ меньше, легче подвергнутся перемѣщенію, достаточному для того, чтобы грань вышла за предѣлы II или, наоборотъ, вошла въ нихъ, для граней же съ большимъ параметромъ это перемѣщеніе должно быть больше. Поэтому для граней съ большими параметрами полярной рѣшетки вѣроятность войти въ ограниченіе кристалла уменьшается съ возрастаніемъ параметра. Это вполнѣ отвѣчаетъ наблюденію.

Многогранникъ II позволяетъ вывести заключеніе, что всякая пространственная рѣшетка можетъ разсматриваться какъ результатъ сопоставленія: 1) простыхъ параллелепипедовъ, 2) параллелепипедовъ съ центрированными основаніями, 3) параллелепипедовъ съ центрированными гранями и 4) центрированныхъ параллепипедовъ. Этотъ выводъ объединяетъ виды рѣшетокъ одной и той же кристаллографической системы, которые Бровэ считалъ существенно различными.

Многогранникъ II даетъ совершенно опредѣленное основаніе для классификаціи рѣшетокъ и позволяетъ различить 17 случаевъ, тогда какъ Франкенгеймъ различалъ 15, а Бравэ—14.

1908 года, марта 20 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. вице-президента А. П. Сабанѣева, г. секретаря В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, В. Ѳ. Капелькина, К. И. Мейера, М. А. Мензбира, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, М. В. Павловой, А. П. Павлова, Д. Н. Прянишникова, М. А. Ракузина, Н. Ѳ. Слудскаго, В. А. Тихомирова и В. М. Цебрикова, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 21 февраля 1908 года.

2. *В. А. Тихомировъ*, за болѣзнью *Е. И. Карнѣевой*, сдѣлалъ отъ ея имени сообщеніе: «Gentiana lutea L. Альпъ Савои». Сообщеніе г-жи *Карнѣевой*, особо прилагаемое при семъ, вызвало вопросы со стороны *В. Ѳ. Капелькина*.

3. *Л. В. Цебрикова* сдѣлала сообщеніе: «Нѣкоторыя данныя къ изслѣдованію вольтовой дуги между металлическими электродами». Сообщеніе г-жи *Цебриковой* вызвало вопросы со стороны *Н. А. Умова*.

4. *В. В. Алехинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О цѣлинной степи въ Курской губерніи». Сообщеніе г. *Алехина* вызвало оживленный обмѣнъ мнѣній, въ которомъ приняли участіе: *М. И. Голенкинъ*, *Д. Н. Прянишниковъ*, *М. А. Ракузинъ*, *В. А. Тихомировъ* и сторонніе посѣтители г. *Григорьевъ* и г-жа *Нагибина*.

5. *Е. И. Карнѣева*, письмомъ на имя г. президента *Н. А. Умова*, благодаритъ за избраніе ея въ члены-корреспонденты Общества и препровождаетъ свою фотографическую карточку.

6. *М. А. Ракузинъ* препровождаетъ свой фотографическій портретъ.

7. Канцелярія московскаго губернатора, при отношеніи отъ 1 марта сего года, за № 5550, препровождаетъ открытое предписаніе за № 5549, на имя *Г. И. Полякова*.

8. Московско-Тверское управленіе Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, при отношеніи отъ 5 марта сего года, за № 2603, препровождаетъ свидѣтельство за № 2604, на имя *Г. И. Полякова*.

9. Императорское Московское Археологическое Общество отношеніемъ отъ 4 марта сего года, за № 538, проситъ командировать представителей Общества на предстоящій съ 1 по 15 августа текущаго года XIV Археологическій Съѣздъ въ г. Черниговѣ. Постановлено: просить *А. П.*

Павлова и *В. Д. Соколова* быть представителями Общества на означенномъ Съѣздѣ.

10. *А. А. Хорошковъ* проситъ объ оказаніи ему возможнаго содѣйствія по производству намѣченнаго имъ флористическаго изслѣдованія Московской губерніи. Постановлено: просьбу г. *Хорошкова* удовлетворить.

11. *К. И. Мейеръ* проситъ о предоставленіи ему рабочаго стола на Мурманской Біологической станціи Императорскаго С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. Постановлено: просить названное Общество объ удовлетвореніи просьбы г. *Мейера* по мѣрѣ возможности.

12. *Н. Ѳ. Слудскій* проситъ объ оказаніи ему возможнаго содѣйствія по производству намѣченныхъ имъ ботаническихъ работъ въ предѣлахъ Пермской и Уфимской губерній. Постановлено: просьбу г. *Слудскаго* удовлетворить.

13. Общество Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ Университетѣ отношеніемъ отъ 20 февраля сего года, за № 26, проситъ о пополненіи недостающихъ въ его библіотекѣ изданій Общества. Постановлено: просьбу названнаго Общества удовлетворить по мѣрѣ возможности.

14. Комиссія по международному обмѣну изданій, при отношеніяхъ отъ 20 февраля и 10 марта сего года, за №№ 255 и 297, препровождаетъ 38 пакетовъ, доставленныхъ по адресу Общества американскою, бельгійскою, итальянскою и французскою комиссіями.

15. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 11 лицъ и учрежденій.

16. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 9.

17. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 242 тома.

18. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 20 марта 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—1035 руб., въ расходѣ—283 р. 20 к. и въ наличности—751 р. 80 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1400 руб.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 руб. и въ наличности—291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—3700 руб. и въ наличности—113 р. 50 к. Членскіе взносы по 4 р. за 1908 годъ поступили отъ *Ѳ. А. Игнатьева*, *И. Ф. Огнева* и *М. А. Ракузина*.

19. Въ члены-корреспонденты избранъ *Григорій Ивановичъ Поляковъ*, имѣніе Саввино при ст. Обираловка Московско-Нижегородской желѣзной дороги (по предложенію Ѳ. К. Лоренца и М. А. Мензбира).

20. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены:

а) Prof. *Louis Duparc* въ Женевѣ (по предложенію В. Д. Соколова и Н. Н. Тихоновича).

б) Prof. *C. Engler* въ Карлсруэ (по предложенію М. А. Ракузина и В. Д. Соколова).

в) Prof. *H. Hoefer* въ Леобенѣ (по предложенію М. А. Ракузина и В. Д. Соколова).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Gentiana lutea L. Альпъ Савои.

Е. И. Карнѣевой.

Имѣя въ виду прошлымъ лѣтомъ ознакомиться ближе съ представителями альпійской флоры высотъ Швейцаріи, я просила глубокоуважаемаго профессора В. А. Тихомирова авторитетныхъ указаній его, на что именно слѣдовало бы обратить при этомъ особое вниманіе.

На основаніи соображеній, о которыхъ будетъ тотчасъ рѣчь, онъ указалъ мнѣ прежде всего на Gentiana lutea L. по слѣдующимъ причинамъ: это великолѣпное, достигающее одного метра, а иногда и болѣе, высоты растеніе, съ его широкими, крупными кожистыми листьями, съ густыми мутовками золотисто-желтыхъ цвѣтковъ, не вѣтвящимся, внутри полымъ стеблемъ, въ настоящее время почти совершенно истреблено въ горахъ *Германіи* (Тюрингія, Шварцвальдъ), *Австріи* (Тироль, Богемія) и *Франціи* (Овернь, Вогезы, Юра). Уцѣлѣло оно еще въ *Испаніи* (Пиринеи), на *Корсикѣ* и въ *Малой Азіи*. Предметомъ и поводомъ истребленія является корень этой генціаны, достигающій 1-го метра длины и толщины большого пальца руки. Корень, какъ одно изъ лучшихъ и сильныхъ горькихъ средствъ, принятъ всѣми фармакопеями и вотъ въ настоящее время фармакопеи *германская* и *австрійская* вынуждены дозволить теперь поневолѣ замѣну Gentianae luteae нѣкоторыми другими, менѣе крупными: G. purpurea L., G. punctata и G. Pannonica Scapoli. Gentiana lutea, конечно, одно изъ важнѣйшихъ горькихъ лѣкарственныхъ средствъ, но не врачебныя свойства ея являются поводомъ истребленія растенія. Во Франціи, Швейцаріи, Австріи и Германіи усердно гонятъ весною изъ *свѣжихъ* корней ея водку, что и привело въ настоящее время къ повальному почти истребленію самаго растенія. Интересно, что относительно недавно еще жизнь впадала здѣсь въ противорѣчіе съ наукой: водка, т.-е. винный спиртъ, добывался обильно, химія же отмѣчала при этомъ лишь *ничтожное* содержа-

ніе въ корнѣ сухого растенія сахара. Откуда брался для этого необходимый матеріалъ—оставалось загадкой.

Такъ обстояло дѣло, пока одинъ изъ крупныхъ представителей прикладной химіи, Bourguelot, профессоръ высшей парижской фармацевтической школы, не разрѣшилъ эту загадку, показавъ, что *живой* корень Gentianae luteae содержитъ обильно, исключительно ей свойственный, особый сахаръ—*гентіанозу*, исчезающій при высушиваніи. Итакъ, послѣдній, какъ матеріалъ для полученія виннаго спирта, является причиною истребленія G. luteae, заставляющей нынѣ замѣнять послѣднюю другими вышеупомянутыми видами.

Gentiana lutea, цвѣтущая въ западной и южной Европѣ въ іюлѣ и августѣ, является типическимъ представителемъ флоры горной, встрѣчаясь на высотѣ 1000—2400 метровъ надъ уровнемъ моря; еще недавно попадалась она и значительно ниже, теперь же, благодаря повальному истребленію, сохранилась лишь на малодоступныхъ горныхъ вершинахъ Швейцаріи. У насъ въ Россіи Gentiana lutea L. встрѣчается на уровнѣ моря лишь въ губерніяхъ *Архангельской* и *Олонецкой*. Насколько извѣстно, тамъ ее не собираютъ какъ лѣкарство и водку изъ нея не гонятъ,—она и уцѣлѣла.

Gentiana lutea L. была найдена мною въ Швейцаріи лѣтомъ 1907 между Tanay и пикомъ Grammont, преимущественно въ окрестностяхъ перваго, вокругъ склоновъ, обрамляющихъ красивое горное озеро Tanay, надъ которомъ высятся дикія каменистыя, почти голыя вершины, поросшія разсѣянными хвойными деревьями, преимущественно пихтою: *Abies alba Mill.=Abies pectinata D. C*, елью: *Picea vulgaris Lk.=A. excelsa D. C.* и лиственницею: *Larix decidua Mill.;* попадается тамъ и сосна: *Pinus silvestris L.*, но лишь въ видѣ исключенія, притомъ чахлая, малорослая: здѣсь она не дома. Отъ желѣзнодорожной станціи Vouvry (недалеко отъ впаденія Роны въ юго-восточный уголъ Женевскаго озера) начинается подъемъ на Tanay, лежащій на высотѣ 1420 метр. надъ уровнемъ моря, къ пику Grammont, въ 2175 м. высоты, достигаемаго въ 5—5$^1/_2$ часовъ времени. Подъемъ отъ Vouvry черезъ Miex къ Tanay и живописному горному озеру того же имени совершается обыкновенно на лошакѣ (un mûlet), или въ оригинальномъ экипажѣ («*saregosse*» на мѣстномъ нарѣчіи), въ саняхъ по голымъ камнямъ, съ парою прилаженныхъ сзади колесъ для облегченія подъема и въ одну лошадь. Людямъ, подверженнымъ головокруженію, приходится поневолѣ избирать послѣдній,

конечно, весьма неудобный способъ. Неудобные пути и дикая, суровая мѣстность, хотя и весьма живописная, дѣлаютъ экскурсіи мало интересными для обычныхъ туристовъ; только ботаники, привлекаемые богатствомъ высокой горной флоры начиная съ Tapay и выше къ Grammont, составляютъ въ этомъ отношеніи исключеніе.

Пріютъ посѣтителямъ даетъ очень небольшой скромный Hôtel на самомъ берегу Lac Tapay, въ хрустальныхъ водахъ котораго повторяются полностью, какъ въ зеркалѣ, въ ясные дни угрюмыя горы со стоящими по нимъ, одиночно или группами, темно-зелеными пирамидами пихтъ. Небольшая рощица ихъ осѣняетъ и маленькій отель. Между горами Tapay останавливаютъ на себѣ особенно вниманіе Les Jumelles, два сближенные пика въ видѣ конуса. По склонамъ безплодныхъ горъ, окружающихъ озеро Tapay, найдена была мною въ началѣ августа 1907 г. искомая, обильно цвѣтущая *Gentiana lutea L.* частью, какъ видно на предъявляемыхъ гербарійныхъ образцахъ, уже съ плодами. Найдены были также здѣсь *Gentiana purpurea L.* съ ея темно-пурпурово-буроватыми цвѣтками и ярко-желтая, съ ея крупными цвѣточными корзинками *Arnica montana L.* Всѣ эти собранныя на Tapay формы принесены мной въ даръ Фармацевтическому институту Московскаго университета.

1908 года, апрѣля 24 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: Д. Н. Артемьева, А. І. Бачинскаго, В. И. Вернадскаго, Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, И. А. Каблукова, В. В. Карандѣева, Г. І. Касперовича, К. И. Мейера, А. Б. Миссуны, И. Ф. Огнева, М. В. Павловой, А. П. Павлова, А. В. Павлова, Д. Н. Прянишникова, М. А. Ракузина, Е. Д. Ревуцкой, Я. В. Самойлова, Е. М. Соколовой, Н. И. Сургунова, В. А. Тихомирова, И. Ф. Усагина, В. М. Цебрикова, Л. А. Чугаева и П. К. Штернберга, и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 20 марта 1908 года.

2. *М. А. Ракузинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О значеніи физическихъ методовъ изслѣдованія для ученія о генезисѣ нефтей». Сообщеніе г. *Ракузина* вызвало оживленный обмѣнъ мнѣній по вопросу о происхожденіи нефти, въ обсужденіи котораго, кромѣ докладчика, приняли участіе: *В. И. Вернадскій, Н. Д. Зелинскій, А. П. Павловъ, В. Д. Соколовъ* и

Л. А. Чугаевъ. Краткое изложеніе сообщенія г. *Ракузина* при семъ особо прилагается.

3. *Ю. В. Вульфъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Къ вопросу о природѣ веществъ, дающихъ такъ называемые жидкіе кристаллы».

4. *В. И. Вернадскій* сдѣлалъ сообщеніе: «О кристаллической энергіи».

5. *А. В. Клоссовскій* письмомъ на имя г. президента *Н. А. Умова* благодаритъ за избраніе его въ почетные члены Общества и препровождаетъ свой фотографическій портретъ.

6. Prof. Dr. *K. Goebel* благодаритъ за избраніе его въ почетные члены Общества.

7. Д. ч. Общ. Prof. Dr. *K. Giesenhagen* извѣщаетъ объ исполненіи возложеннаго на него Обществомъ порученія привѣтствовать *K. Goebel*'я въ день его юбилея и передать ему дипломъ на званіе почетнаго члена Общества.

8. Г. президентъ *Н. А. Умовъ* доложилъ, что, совмѣстно съ *Э. Е. Лейстомъ*, онъ присутствовалъ на засѣданіи Математическаго Общества, посвященномъ памяти бывшаго его президента *В. Я. Цингера*.

9. Императорское С.-Петербургское Общество Естествоиспытателей отношеніемъ отъ 8 сего апрѣля, за № 458, извѣщаетъ, что имъ предоставлено г. *Мейеру* одно рабочее мѣсто на Мурманской Біологической Станціи въ теченіе предстоящаго лѣта.

10. Итальянское Географическое Общество въ Римѣ извѣщаетъ объ открытомъ имъ конкурсѣ на премію въ 5000 франковъ по экономической географіи. Присужденіе означенной преміи состоится въ концѣ марта 1910 года.

11. Императорское Русское Общество Акклиматизаціи животныхъ и растеній циркулярно извѣщаетъ, что 30 января 1909 года имъ будутъ присуждены преміи имени въ Бозѣ Почившихъ Августѣйшихъ его Покровителей, Великаго Князя Сергѣя Александровича, за сочиненіе по научному и практическому пчеловодству, и Великаго Князя Николая Николаевича, за сочиненіе по ботаникѣ, каждая въ размѣрѣ 350 руб. Срокъ представленія работъ на соисканіе означенныхъ премій—1 сентября 1908 года.

12. 80 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte и IV Съѣздъ чешскихъ естествоиспытателей и врачей приглашаютъ къ участію въ нихъ, первый 20—26 сентября сего года въ Кельнѣ, а второй 6—10 іюня въ Прагѣ.

13. Г. Секретарь *В. Д. Соколовъ* доложилъ о полученіи открытыхъ предписаній отъ гг. губернаторовъ: Курскаго—на имя д. ч. Общ. *Э. Е. Лейста*, Московскаго—на имя *Н. И. Кузнецова* и *А. А. Хорошкова* и Уфимскаго—на имя д. ч. Общ. *Н. Ф. Слудскаго* и открытаго листа отъ Уфимской Уѣздной Земской Управы на его же имя.

14. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* доложилъ просьбы объ оказаніи возможнаго содѣйствія при производствѣ мѣстныхъ изслѣдованій: геологи-

ческихъ—д. ч. Общ. *А. Б. Миссуны* въ Таврической губерніи и д. ч. Общ. *А. П. Павлова* въ предѣлахъ Екатеринославской, Подольской и Херсонской губерній и зоологическихъ—чл.-кор. Общ. *В. Н. Бостанжогло* въ Среднемъ и Нижнемъ поволжьи и чл.-кор. Общ. *В. В. Станчинскаго* въ Орловской и Смоленской губерніяхъ. Постановлено: просьбы всѣхъ названныхъ лицъ удовлетворить.

15. Д. ч. Общ. *Н. Н. Тихоновичъ,* письмомъ на имя г. секретаря *В. Д. Соколова* проситъ оказать возможное содѣйствіе особой экспедиціи, направляющейся въ Китайскій Туркестанъ для геологическихъ изслѣдованій. Въ составъ этой экспедиціи входятъ: *М. М. Васильевскій, А. А. Стояновъ* и *В. Н. Преображенскій* и, кромѣ нихъ, штейгеръ и коллекторъ. Опорнымъ пунктомъ для нея будетъ служить г. Кашгаръ, генералъ-губернаторъ котораго обѣщалъ оказывать ей всяческое содѣйствіе. Продолжительность работъ экспедиціи предполагается около 6 мѣсяцевъ. Постановлено: удовлетворить просьбу г. *Тихоновича.*

16. Московское Общество Сельскаго Хозяйства, препровождая при отношеніи отъ 3 сего апрѣля, за № 582, просимые выпуски «Сельскохозяйственнаго журнала», съ своей стороны проситъ о пополненіи недостающихъ въ его библіотекѣ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбу названнаго Общества по мѣрѣ возможности.

17. Observatoire de Catane, Geological Survey of India и University of California просятъ о пополненіи недостающихъ въ ихъ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбы всѣхъ названныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

18. Departament of Fisheries, Sydney, проситъ о высылкѣ ему въ обмѣнъ статей по рыболовству и рыбоводству. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

19. Оренбургскій Отдѣлъ Императорскаго Русскаго Географическаго Общества отношеніемъ отъ 26 марта сего года, за № 43, проситъ о безплатной высылкѣ въ его библіотеку слѣдующихъ статей Herder'a: «Plantae Severzovianae et Borszcovianae», изд. 1872 года, и «Emendanda ad plantas Severzovianas et Borszcovianas», изд. 1878 года. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

20. Ялтинское Отдѣленіе Крымско-Кавказскаго Горнаго Клуба отношеніемъ отъ 29 марта сего года, за № 172, проситъ о присылкѣ для его Музея дублетовъ крымскихъ коллекцій и тѣхъ выпусковъ Bulletin, въ которыхъ помѣщаются статьи о Крымѣ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

21. Студенческій Кружокъ Любителей Природы при Императорскомъ Харьковскомъ Университетѣ проситъ о безплатной высылкѣ въ его библіотеку изданій Общества. Постановлено: высылать означенному Кружку «Протоколы» засѣданій Общества.

22. Редакція журнала «Справочный листокъ біолога» (Bulletin biologique) предлагаетъ высылать этотъ журналъ въ библіотеку Общества въ

обмѣнъ на «Протоколы» его засѣданій, что крайне необходимо для редакціи, т. к. главную задачу журнала составляетъ своевременное опубликованіе результатовъ дѣятельности научныхъ обществъ, особенно русскихъ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить и, вмѣстѣ съ этимъ, просить Совѣтъ озаботиться болѣе частымъ выходомъ очередныхъ выпусковъ «Протоколовъ» засѣданій Общества.

23. Комиссія по международному обмѣну изданій при отношеніи отъ 5 сего апрѣля, за № 477, препровождаетъ пакеты (21), доставленные по адресу Общества американскою, бельгійскою и нидерландскою комиссіями и итальянскимъ правительствомъ.

24. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 15 лицъ и учрежденій.

25. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 12.

26. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 211 томовъ.

27. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 24 апрѣля 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—1058 руб., въ расходѣ—655 р. 44 к. и въ наличности—392 р. 56 к.; 2) по кассовой книгѣ запасного капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1400 руб.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 руб. и въ наличности—291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—3700 руб. и въ наличности—113 р. 50 к. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ *М. А. Ракузина*. Членскіе взносы по 4 р. за 1908 г. поступили отъ *И. И. Герасимова* и *П. К. Штернберга*.

28. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) Prof. *Louis Duparc* въ Женевѣ (по предложенію В. Д. Соколова и Н. Н. Тихоновича).

б) Prof. *C. Engler* въ Карлсруэ (по предложенію М. А. Ракузина и В. Д. Соколова).

в) Prof. *H. Hoefer* въ Леобенѣ (по предложенію М. А. Ракузина и В. Д. Соколова).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

О значеніи физическихъ методовъ изслѣдованія для ученія о генезисѣ нефтей.

М. А. Ракузина.

Въ первыхъ двухъ сообщеніяхъ своихъ я имѣлъ честь выяснить, что вытекающіе изъ ученія объ оптическихъ свойствахъ нефтей гео-

генетическіе признаки ихъ, т.-е. непрозрачность разбавленныхъ растворовъ сырыхъ нефтей по отношенію къ поляризованному свѣту, вращательная способность дестиллатовъ и ихъ характерное отношеніе къ холестериновымъ реагентамъ *Чугаева*, даютъ безспорный отвѣтъ на вопросы о томъ, *изъ какихъ природныхъ матеріаловъ построена нефть*. Не остается никакого сомнѣнія въ томъ, что всѣ до сихъ поръ изслѣдованныя нефти построены изъ остатковъ погибшихъ животныхъ и растеній.

Геогенетическіе признаки объясняютъ намъ съ поразительною точностью весь процессъ *непрерывной дифференціаціи свойствъ у нефтей*, современныхъ намъ, и нефтей отдаленныхъ эпохъ; и намъ становится понятнымъ не только *разнообразіе нефтей* и другихъ углистыхъ ископаемыхъ въ различныхъ мѣстахъ земного шара, *но и въ различныхъ глубинахъ одной и той же мѣстности*. Въ десяткахъ примѣровъ *предсказанія оптическаго ученія о генезисѣ нефтей сбылись*, и мы знаемъ, при какихъ *давленіяхъ* и съ какою (сравнительною) *скоростью* совершаются упомянутые процессы дифференціаціи.

Оставался невыясненнымъ еще только одинъ вопросъ: *при какихъ температурахъ происходятъ нефтеобразовательные процессы?*

На этотъ вопросъ, о которомъ прежде существовали только догадки, теперь данъ экспериментально обоснованный отвѣтъ *геотермическими изысканіями*; и заслуга эта принадлежитъ талантливому русскому геологу *Д. В. Голубятникову*, который вмѣсто гипотетическихъ предположеній занялся непосредственными измѣреніями.

Теперь мы знаемъ, что *процессы нефтеобразованія на каждой глубинѣ происходятъ при той температурѣ и при томъ давленіи, которыя соотвѣтствуютъ этой глубинѣ и которыя легко измѣримы*. Характеръ этихъ процессовъ—возгонка газами высокаго давленія при упомянутыхъ условіяхъ.

Отъ всей души радъ за себя и *Голубятникова*, что намъ различными путями и въ различное время удалось такъ близко подойти къ вѣковому вопросу о генезисѣ нефтей.

1908 года, мая 1 дня, въ чрезвычайномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д.

Соколова, и гг. членовъ: А. І. Бачинскаго, В. И. Вернадскаго, Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, О. Н. Крашенинникова, А. Б. Миссуны, А. П. Павлова и В. А. Тихомирова, происходило слѣдующее:

1. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* доложилъ, что въ засѣданіи Совѣта, состоявшемся 1 апрѣля сего года, былъ заслушанъ и обсужденъ докладъ Комиссіи по вопросамъ о соисканіи преміи имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ*. Названная Комиссія, за непредставленіемъ на VIII конкурсъ по соисканію означенной преміи ни одного сочиненія и на основаніи § 5 Правилъ по соисканію ея, разсмотрѣла работы по темамъ, близкимъ къ темѣ, предложенной Обществомъ, опубликованныя за истекшее трехлѣтіе. Изъ числа такихъ работъ Комиссія признала сочиненіе д. ч. Общ. *А. А. Ячевскаго:* «Микологическая флора Европейской и Азіатской Россіи. Т. II. Слизевики», достойнымъ преміи имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* въ половинномъ размѣрѣ. Выслушавъ докладъ Комиссіи, Совѣтъ постановилъ: присоединиться къ ея заключенію и назначить, согласно § 3 утвержденнаго Обществомъ порядка разсмотрѣнія относящихся къ конкурсу вопросовъ, чрезвычайное засѣданіе Общества, послѣ очередного засѣданія его, 24 апрѣля сего года, въ коемъ предложить Обществу выдать г. *Ячевскому* за вышеназванный трудъ премію въ половинномъ размѣрѣ, а также назначить на новое трехлѣтіе слѣдующую тему: «Водоросли Средней Россіи», опредѣливъ размѣръ преміи на IX конкурсъ въ пятьсотъ (500) рублей. Постановлено: принять предложеніе Совѣта во всѣхъ его частяхъ и объявленіе о конкурсѣ напечатать въ приложеніи къ протоколу настоящаго засѣданія.

Объявленіе о девятомъ конкурсѣ на премію имени А. Гр. Фишера фонъ-Вальдгеймъ.

Съ Высочайшаго соизволенія, Императорское Московское Общество Испытателей Природы 15 февраля 1884 года учредило ботаническую премію имени бывшаго своего президента *Александра Григорьевича Фишера фонъ-Вальдгеймъ*, и приглашаетъ лицъ, желающихъ принять участіе въ девятомъ конкурсѣ, къ соисканію ея. Премію предназначено выдать за лучшее сочиненіе на слѣдующую тему:

Водоросли Средней Россіи.

Размѣръ преміи опредѣленъ въ *пятьсотъ* рублей.

Въ конкурсѣ могутъ участвовать только русскіе ученые, какъ состоящіе членами Общества, такъ и посторонніе ему лица.

Сочиненія могутъ быть написаны на русскомъ, французскомъ, нѣ-

мецкомъ или латинскомъ языкахъ и представлены либо въ рукописяхъ, либо напечатанными.

Сочиненія должны быть представлены къ 1 декабря 1910 года.

Присужденіе преміи будетъ объявлено въ годичномъ засѣданіи Общества 3 октября 1911 года.

Примѣчанія: 1) Выраженіе «Средняя Россія» должно быть понимаемо въ смыслѣ, принятомъ проф. В. Я. Цингеромъ. (См. его «Сборникъ свѣдѣній о флорѣ Средней Россіи».)

2) Сочиненіе должно представлять не простой перечень найденныхъ формъ, а систематическій обзоръ ихъ съ данными по географическому распространенію въ связи съ собственными наблюденіями автора, и, по возможности, полную и критическую сводку свѣдѣній о водоросляхъ Средней Россіи съ таблицами для опредѣленія ихъ по родамъ и видамъ.

3) Желательно, чтобы данныя сочиненія были подкрѣплены какъ собраннымъ матеріаломъ (гербарій), такъ и рисунками и препаратами.

Правила для соисканія преміи имени А. Гр. Фишера фонъ-Вальдгеймъ, утвержденныя г. Министромъ Народнаго Просвѣщенія.

1. Конкурсъ для соисканія преміи назначается чрезъ каждые три года.

2. Величина преміи опредѣляется каждый разъ особыми постановленіями Общества, но не должна превышать сумму, равную процентамъ съ капитала имени А. Гр. Фишера фонъ-Вальдгеймъ за данное трехлѣтіе.

3. При содѣйствіи комиссіи, составленной изъ членовъ Общества, занимающихся изученіемъ ботаники, и членовъ Совѣта, Общество при наступленіи каждаго трехлѣтія назначаетъ тему для соисканія преміи.

4. Темы могутъ быть почерпаемы изъ всѣхъ областей ботаники. Но при этомъ желательно, чтобы тема ближе отвѣчала цѣлямъ Общества и той мысли, которая была положена въ основу его дѣятельности основателемъ его Гр. И. Фишеромъ фонъ-Вальдгеймъ, по идеѣ котораго задачу Общества составляетъ изученіе Россіи въ естественно-историческомъ отношеніи. Посему желательно, чтобы учреждаемая премія покровительствовала изученію флоры Россіи какъ явнобрачныхъ, такъ и тайнобрачныхъ растеній.

5. Если ни одно изъ сочиненій, написанныхъ на объявленную Обществомъ тему, не будетъ признано достойнымъ преміи или если таковыхъ не будетъ представлено вовсе, то Общество можетъ выдать половинную премію лучшему сочиненію, вышедшему въ данное трехлѣтіе по тому отдѣлу ботаники, къ которому принадлежала тема. Другая же половина преміи въ такомъ случаѣ присоединяется къ капиталу имени А. Гр. Фишера фонъ-Вальдгеймъ.

Прибавленіе. Если премія вовсе не будетъ выдана, то вся она присоединяется къ капиталу имени А. Гр. Фишера фонъ-Вальдгеймъ и служитъ для увеличенія капитала.

6. Конкурсъ на означенную премію не имѣетъ значенія международнаго, и потому премія можетъ быть выдаваема только русскимъ ученымъ.

7. Представляемыя на тему сочиненія могутъ быть написаны какъ на русскомъ, такъ и на французскомъ, нѣмецкомъ или латинскомъ языкахъ.

8. Сочиненія могутъ быть представлены какъ въ рукописяхъ, такъ и напечатанныя.

9. Въ конкурсѣ могутъ участвовать какъ члены Общества, такъ и постороннія Обществу лица.

10. Научная оцѣнка представленныхъ сочиненій и самое присужденіе преміи должны всецѣло принадлежать Обществу.

Утвержденный Обществомъ порядокъ разсмотрѣнія сочиненій и относящихся къ конкурсу вопросовъ.

1. Избирается въ ноябрьскомъ засѣданіи Общества особая комиссія изъ 3 или 4 ботаниковъ Общества для разсмотрѣнія сочиненій, представленныхъ на конкурсъ. Эта комиссія разсматриваетъ сочиненія съ 1 декабря 1910 г. по 1 февраля 1911 г.

2. Въ концѣ февраля 1911 г. назначается засѣданіе Совѣта Общества, членовъ конкурсной комиссіи и ботаниковъ Общества для:

а) обсужденія результатовъ конкурса;

б) составленія проекта конкурсныхъ темъ на новое трехлѣтіе:

в) подготовленія вопроса о величинѣ новой преміи;

г) обсужденія вопроса, возникающаго по ст. 5 предыдущихъ правилъ.

Примѣчаніе. При разрѣшеніи вопроса, возникающаго по ст. 5 правилъ для соисканія преміи, подъ словами «отдѣлъ ботаники» слѣдуетъ понимать такіе отдѣлы: 1) Систематика и географическое распространеніе безцвѣтковыхъ растеній. 2) Систематика и географическое распространеніе цвѣтковыхъ растеній. 3) Анатомія и морфологія растеній. 4) Физіологія растеній.

3) По опредѣленію Совѣта назначается чрезвычайное закрытое засѣданіе Общества для выслушиванія сообщенія Совѣта и для постановки соотвѣтственнаго рѣшенія.

1908 года, сентября 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. вице-президента А. П. Сабанѣева, гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, В. И. Вернадскаго, В. А. Дейнеги, Ѳ. Н. Крашенинникова, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, М. В. Павловой, А. П. Павлова, Д. Н. Прянишникова, Я. В. Самойлова, П. П. Сушкина, В. А. Тихомирова и Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читаны и утверждены протоколы очереднаго засѣданія Общества 24 апрѣля и чрезвычайнаго 1 мая 1908 года.

2. Г. президентъ *Н. А. Умовъ*, заявивъ о кончинѣ почетнаго члена Общества *И. К. Ренара*, въ Петербургѣ, пригласилъ присутствовавшихъ на засѣданіи почтить память его вставаніемъ.

3. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, отмѣтивъ, что 13 сего сентября исполнилось пятидесятилѣтіе служебной дѣятельности почетнаго члена Общества, академика *А. С. Фаминцина*, доложилъ, что имъ въ свое время была послана высокоуважаемому юбиляру привѣтственная телеграмма.

4. *В. А. Тихомировъ*, за себя и, за отсутствіемъ *Е. И. Карнѣевой*, отъ ея имени, сдѣлалъ сообщеніе: «Къ біологіи Nostoc pruniforme и Fucus serratus». Краткое изложеніе сообщенія г. *Тихомирова* при семъ особо прилагается.

5. *В. И. Вернадскій* сдѣлалъ сообщеніе: «О составѣ берилловъ и распространеніи цезія въ природѣ». Сообщеніе г. *Вернадскаго* вызвало вопросы со стороны *Ѳ. Н. Крашенинникова*, *Д. Н. Прянишникова* и *А. П. Сабанѣева*.

6. Г. Попечитель Московскаго Учебнаго Округа, отношеніемъ отъ 20 іюня сего года, за № 16864, и Московская Казенная Палата, отношеніемъ отъ 21 того же мѣсяца, за № 34829, сообщаютъ объ открытіи Обществу кредита изъ смѣты 1908 года по § 5 на сумму 1500 руб. въ счетъ причитающагося ему въ текущемъ году пособія въ 4857 руб.

7. Департаментъ Земледѣлія, отношеніемъ отъ 25 іюня сего года, за № 21474, увѣдомляетъ, что Главнымъ Управленіемъ Земледѣлія и Землеустройства отпущено Обществу въ единовременное пособіе на расходы по изданію «Матеріаловъ къ познанію фауны и фролы Россійской Имперіи» 300 руб.

8. Московско-Тверское Управленіе Земледѣлія и государственныхъ имуществъ при отношеніи отъ 4 сентября сего года, за № 8844, препровождаетъ талонъ къ ассигновкѣ, за № 8843, на полученіе изъ Московскаго Губернскаго Казначейства 300 руб. на изданіе «Матеріаловъ къ познанію фауны и фролы Россійской Имперіи».

9. Московскій губернаторъ при отношеніи отъ 25 мая сего года, за № 12398, препровождаетъ открытыя предписанія за №№ 12396 и 12397, на имя Д. чл. Общ. *А. Н. Петунникова* и *Д. П. Сырейщикова*.

10. Екатеринославскій губернаторъ, при отношеніи отъ 10 іюня, за № 13415, и Подольскій губернаторъ при отношеніи отъ 10 мая сего года, за № 2086, препровождаютъ открытыя предписанія на имя Д. чл. Общ. *А. П. Павлова*.

11. Орловскій губернаторъ при отношеніи отъ 28 мая, за № 3818, и Смоленскій губернаторъ при отношеніи отъ 15 мая сего года препровождаютъ открытые листы на имя чл.-кор. Общ. *В. В. Станчинскаго*.

12. Уфимскій губернаторъ, при отношеніи отъ 29 мая сего года, за № 5215, препровождаетъ удостовѣреніе на имя Д. чл. Общ. *А. Н. Карамзина*.

13. Курско-Орловское Управленіе Государственныхъ Имуществъ, при отношеніи отъ 30 мая сего года, за № 7984, препровождаетъ свидѣтельство, за № 8014, на имя чл.-кор. Общ. *В. В. Станчинскаго*.

14. Самаро-Уральское Управленіе Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, при отношеніи отъ 11 іюня, за № 11696, и Уфимское Управленіе Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ, при отношеніи отъ 27 мая сего года за № 5379, препровождаютъ свидѣтельства на имя Д. чл. Общ. *А. Н. Карамзина*.

15. Владимірская Губернская Земская Управа, при отношеніи отъ 27 мая сего года, за № 896, препровождаетъ бланкъ земской подорожной за № 275.

16. Смоленская Земская Управа, при отношеніи отъ 17 мая сего года, за № 3905, препровождаетъ билетъ, за № 444.

17. Канцелярія Подольской Губернской Земской Управы по дѣламъ земскаго хозяйства, при отношеніи отъ 20 мая сего года, за № 528, препровождаетъ открытый листъ, за № 1304.

18. Орловская Губернская Земская Управа, при отношеніи отъ 12 іюня сего года, за № 2101, препровождаетъ открытый листъ, за № 445, на имя чл.-кор. Общ. *В. В. Станчинскаго* для пользованія лошадьми по Орловскому уѣзду.

19. Открытые листы на имя чл.-кор. Общ. *В. В. Станчинскаго* препровождаютъ Уѣздныя Земскія Управы Орловской губерніи: Болховская, при отношеніи отъ 27 мая, за № 1232, Брянская, при отношеніи отъ 26 мая, за № 3412, Дмитровская, при отношеніи отъ 19 іюня, за № 994, Елецкая, при отношеніи отъ 24 мая, за № 1461, Кромская, при отношеніи отъ 6 іюня, за № 1272, Ливенская, при отношеніи отъ 24 мая, за № 1269, Малоархангельская, при отношеніи отъ 5 іюня, за № 2781, Сѣвская, при отношеніи отъ 26 мая, за № 936, и Трубчевская, при отношеніи отъ 4 іюня сего года, за № 1276.

20. Открытые листы на имя Д. чл. Общ. *А. П. Павлова* препровождаютъ Уѣздныя Земскія Управы Херсонской губерніи: Александрійская, при отношеніи отъ 4 іюня, за № 6436, Елизаветградская, при отношеніи отъ 21 іюня, за № 7917, и Херсонская, за № 395, и Александровская, Екатеринославской губерніи, при отношеніи отъ 19 мая сего года, за № 4621.

21. Конференція Императорской Академіи Наукъ циркулярнымъ отношеніемъ отъ 19 мая сего года, за № 1259, извѣщаетъ объ образованіи при ней постоянной междувѣдомственной магнитной комиссіи и просить о назначеніи представителей Общества для участія въ работахъ этой комиссіи. Постановлено: просить *Э. Е. Лейста* взять на себя представительство Общества въ названной комиссіи, на что г. *Лейстомъ* и было выражено любезное согласіе.

22. Г. Секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ приглашеніе Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen принять участіе въ празднованіи исполняющагося 10 іюля сего года столѣтія его существованія. Постановлено: послать означенному Обществу письменное привѣтствіе.

23. Г. Секретарь *В. Д. Соколовъ*, отъ имени Совѣта, предложилъ снова возбудить установленнымъ порядкомъ ходатайство о Высочайшемъ соизволеніи на учрежденіе при Обществѣ капитала имени его незабвеннаго основателя, *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгеймъ*, съ тѣмъ, чтобы изъ процентовъ съ этого капитала были выдаваемы преміи за лучшія сочиненія по естествознанію. Постановлено: принять это предложеніе, сдѣлавъ подписку на указанный предметъ не только всероссійской, но и международной.

24. Вѣнская Академія Наукъ препровождаетъ значительное число своихъ изданій для пополненія библіотеки Общества. Постановлено: благодарить названную академію.

25. Заслушано циркулярное извѣщеніе объ учрежденіи въ Брюннѣ второго чешскаго университета.

26. *H. Morise* извѣщаетъ о томъ, что онъ назначенъ директоромъ обсерваторіи въ Ріо-де-Жанейро на мѣсто скончавшагося *Cruls*.

27. Академія Наукъ въ Берлинѣ сообщаетъ, что ея «Abhandlungen» будутъ издаваться двумя серіями, философско-исторической и физико-математической, изъ которыхъ послѣдняя будетъ попрежнему доставляться Обществу.

28. Dr. *Felix Oswald* въ Ноттингамѣ сообщаетъ, что имъ издается въ небольшомъ количествѣ экземпляровъ геологическая карта Арменіи въ крупномъ масштабѣ.

29. Университетская библіотека въ Килѣ проситъ о высылкѣ ей Bulletin, начиная съ 1896 года, въ обмѣнъ на дессертаціи, издаваемыя Кильскимъ Университетомъ. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

30. Gesellschaft naturforschender Freunde въ Берлинѣ, Nassauischer Verein für Naturkunde въ Висбаденѣ, Linnean Society of New-South Wales и Glasgow Natural History Society просятъ о пополненіи недостающихъ въ ихъ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбы названныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

31. Г. Секретарь *В. Д. Соколовъ* напомнилъ, что по второму конкурсу на соисканіе преміи имени *К. И. Ренара* за труды зоологическіе сочиненія должны быть представлены въ Общество въ рукописяхъ не позднѣе 1 ноября и въ печатномъ видѣ—1 декабря 1908 года.

32. Императорскій Новороссійскій Университетъ, препровождая свои изданія для пополненія библіотеки Общества, въ свою очередь проситъ о пополненіи недостающихъ въ его библіотекѣ изданій Общества. Постановлено: просьбу эту удовлетворить по мѣрѣ возможности.

33. *А. Б. Миссуна* высказалась за желательность вступить въ обмѣнъ изданіями съ Обществомъ имени Коперника въ Львовѣ. Постановлено: вступить съ названнымъ Обществомъ въ обмѣнъ изданіями.

34. Комиссія по международному обмѣну при отношеніи отъ 13 мая, за № 521, препровождаетъ 41 пакетъ, доставленные по адресу Общества Американскою, Бельгійскою и Французскою комиссіями и Обществомъ Antonio Alzate.

35. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 47 лицъ и учрежденій.

36. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 15.

37. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 594 тома.

38. Г. Казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 18 сентября 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—2870 руб., въ расходѣ—2716 р. 56 к. и въ наличности—153 р. 44 к.; 2) по кассовой книгѣ

Запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагъ—1400 р. и въ наличности 40 р.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 руб. и въ наличности—291 р. 25 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—3700 руб. и въ наличности—113 р.50 к. Единовременный членскій взносъ въ 40 р. поступилъ отъ *О. В. Леоновой.* Членскіе взносы по 4 р. за 1908 годъ поступили отъ *Н. Я. Демьянова, Н. Я. Динника и Я. В. Самойлова.*

39. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены:

а) *Екатерина Ивановна Карнѣева* въ Москвѣ (по предложенію А. П. Сабанѣева, В. А. Тихомирова и Н. А. Умова.

б) *Александръ Евгеніевичъ Ферсманъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго и Э. Е. Лейста).

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Къ біологіи Nostoc Pruniforme Agr. и Fucus serratus L.

В. А. Тихомірова и Е. А. Карнѣевой [1]).

I.

Nostoc Pruniforme Agr.

Nostoc Pruniforme Agr.— одна изъ интереснѣйшихъ нашихъ прѣсноводныхъ водорослей, въ смыслѣ полнаго отсутствія свѣдѣній по біологіи ея. На самомъ дѣлѣ, сферическія буро-оливковыя колоніи послѣдней, заключенныя въ упругую, плотную, кожистую оболочку, величиною отъ вишни до куринаго яйца, появляются, внезапно, въ нашихъ прудахъ и рѣкахъ, плавающими на поверхности воды съ половины лѣта вплоть до зимняго замерзанія водъ, когда колоніи исчезаютъ, очевидно погружаясь на дно этихъ прудовъ и рѣкъ. Что дѣлается съ ними съ весны до половины слѣдующаго лѣта— совершенно неизвѣстно.

Пользуясь живыми, прекрасно доставленными въ родной водѣ колоніями, привезенными въ концѣ сентября 1907 года изъ проточнаго

---

[1]) Вслѣдствіе пребыванія Е. И. Карнѣевой за границею, сообщеніе сдѣлано было В. А. Тихоміровымъ.

пруда по рѣкѣ *Хмарь*, изъ с. *Корыстина*, *Ельнинскаго уѣзда*, *Смоленской губерніи*, мы рѣшились предпринять обѣщавшую мало успѣха попытку заставить перезимовать *Nostoc Pruniforme* въ жилой комнатѣ, разсчитывая на появленіе весною новыхъ колоній его изъ колоніи матери въ случаѣ удачи.

Въ первыхъ числахъ октября 1907 года три колоніи (*Водяныя Сливы*) нашего вида были помѣщены въ открытой банкѣ, налитой родною водою пруда ихъ, на подоконникѣ жилой комнаты, температура котораго была 14—15° R. Поперечникъ всѣхъ трехъ сферическихъ колоній былъ въ 3 центиметра. Одна изъ колоній вскорѣ (въ концѣ ноября) погибла, двѣ остальныя уцѣлѣли.

Колоніи оставались до апрѣля 1908 года безъ видимыхъ измѣненій формы, тогда какъ діаметръ ихъ увеличился на 1 центиметръ. Въ концѣ апрѣля одна колонія переросла другую, приняла яйцевидную форму и на кожистой оболочкѣ прежде гладкаго пузыря появились во многихъ мѣстахъ *бугристыя выпячиванія*.

Въ періодъ всего времени содержанія колоніи въ комнатѣ, вода (теперь москворѣцкая) осторожно мѣнялась въ банкѣ черезъ 3—4 дня и поселившіяся на поверхности пузырей постороннія водоросли, осторожно удалялись механически. Эта часть ухода являлась наиболѣе хлопотливою и представляла собою наибольшее затрудненіе для ухода за колоніями: приходилось опасаться возможности повредить общую оболочку и не достигнуть главной цѣли задачи нашей. Поэтому вода мѣнялась съ величайшею осторожностью, налетъ постороннихъ водорослей удалялся очень осторожнымъ навиваніемъ ихъ на палочку, осадки слоя солей воды оставлялись неприкосновенными.

Такъ шло дѣло до 20 мая 1908 года, когда, наконецъ, осторожно положенная для перемѣны воды въ тарелку колонія произвольно лопнула широкою трещиною, при самомъ моментѣ наблюденія (*Е. И. Карнѣева*).

Въ это время колонія имѣла 5 центиметровъ въ поперечникѣ и $5\frac{1}{2}$ центиметровъ въ длину, а студенисто-слизистая масса внутренняго содержимаго пузыря приняла *губчатый* характеръ не растворимыхъ въ водѣ многочисленныхъ полостей. Сѣть перекладинъ обнаруживала темно-зеленыя анастомозы, хорошо отличаемыя невооруженнымъ глазомъ, тогда какъ однородное содержимое колоніи лопающейся никакой сѣти не показываетъ: она безцвѣтна или едва

замѣтно зеленовата. Въ слизистыхъ тяжахъ губчатой массы, кромѣ клѣточныхъ цѣпей съ ихъ *гетэроцистами* оказались многіе изъ послѣднихъ уже *свободными*, а въ иныхъ клѣточныхъ нитяхъ образовались по 4—6 въ рядъ *споры*. Клѣтки такихъ участковъ стали больше, стѣнка ихъ была утолщена, а въ блѣдно-желтомъ содержимомъ споръ обнаруживалось присутствіе капелекъ жирнаго масла.

Въ слизистыхъ тяжахъ обнаруживались также подвижныя *Hormogonia*, состоящія изъ 4—10 клѣточныхъ нитей.

Такимъ образомъ намъ удалось выяснить до сихъ поръ остававшіяся неизвѣстными условія освобожденія содержимаго колоніи-матери и начало образованія изъ него колоній дочернихъ. Послѣднія должны возникать послѣ перезимовки первой на днѣ прудовъ и рѣкъ, такъ что къ половинѣ лѣта появляется уже новое поколѣніе *Nostoc Pruniforme*.

Третья наша колонія, достигшая уже 6 центиметровъ поперечника, теперь сильно бугристая, еще сохраняетъ въ цѣлости свою кожистую оболочку и по настоящій день 18 сентября текущаго года.

II.

Fucus serratus L.

Въ спеціальной литературѣ существуютъ лишь краткія, мимолетныя указанія, что иногда у представителей рода *Fucus* органы размноженія, помимо характерныхъ конечныхъ *Conceptacula*, встрѣчаются также и въ толщѣ развѣтвленій слоевища.

У какихъ видовъ именно наблюдались они, были ли то антэридіи или оогоніи, нѣтъ насколько извѣстно никакихъ указаній. Весьма интереснымъ представляется поэтому случай, въ которомъ одному изъ насъ (*Е. И. Карпѣева*) пришлось встрѣтить въ сентябрѣ этого года въ *Dinard* (Bretagne) образцы мужского *Fucus serratus L.*, у которыхъ *Antheridia*, кромѣ типичныхъ конечныхъ концептакулъ находились на большомъ протяженіи, и въ *толщѣ ткани* самаго *слоевища* какъ это видно на представляемой Обществу таблицѣ.

Антэридіи эти морфологически и гистологически ничѣмъ не отличались отъ нормальныхъ. Мало того, при помѣщеніи водоросли въ искусственую морскую воду, по прибытіи ея въ Москву, можно было наблюдать *освобожденіе антэрозоидовъ* и сильную ихъ подвижность, какъ это видно на таблицѣ.

Фактъ этотъ имѣетъ безспорно высокій интересъ въ смыслѣ *филогеніи*, давая возможность допустить, что отжившіе предки современнаго рода *Fucus* имѣли прежде органы размноженія въ самомъ слоевищѣ, такъ какъ современныя *Conceptacula* еще не обособились, какъ это видимъ мы, напримѣръ, у рода *Laminaria* и поднесь.

У нашего *Fucus serratus* явленіе это должно быть отнесено къ области *атавизма* и заслуживаетъ полнаго вниманія будущихъ изслѣдователей!

1908 года, октября 3 дня, въ годичномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. Н. А. Умова, въ присутствіи гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, В. В. Аршинова, А. І. Бачинскаго, С. П. Бѣликова, В. И. Вернадскаго, Г. Д. Волконскаго, Ю. В. Вульфа, М. М. Гарднера, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, Н. Д. Зелинскаго, А. П. Иванова, В. В. Карандѣева, Г. І. Каспеpовича, Д. Н. Кашкарова, Н. К. Кольцова, Ѳ. Н. Крашенинникова, А. Б. Миссуны, М. В. Павловой, А. П. Павлова, П. В. Преображенскаго, Д. Н. Прянишникова, М. А. Ракузина, Г. К. Рахманова, Е. Д. Ревуцкой, Я. В. Самойлова, Е. М. Соколовой, А. А. Сперанскаго, Д. П. Стремоухова, Н. И. Сургунова, К. А. Тимирязева, В. А. Тихомирова, И. Ф. Усагина, Н. Е. Цабеля, В. М. Цебрикова, П. В. Циклинской и П. К. Штернберга и многочисленныхъ стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* прочелъ отчетъ о дѣятельности Общества за 1897—1898 годъ.

2. *Н. А. Умовъ* произнесъ рѣчь: «Эволюція міровоззрѣній въ связи съ ученіемъ Дарвина». Краткое изложеніе рѣчи г. *Умова* при семъ особо прилагается.

3. *Ю. В. Вульфъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О такъ называемыхъ жидкихъ кристаллахъ и кристаллическихъ жидкостяхъ».

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Эволюція міровоззрѣній въ связи съ ученіемъ Дарвина (сокращенное изложеніе).

Рѣчь президента Н. А. Умова въ годичномъ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы 3-го октября 1908 г.

Исполнилось уже 50 лѣтъ со дня оглашенія основъ ученія Дарвина о происхожденіи видовъ, тѣмъ не менѣе далеко еще не учтены

вытекающіе изъ него выводы по отношенію къ человѣку, его этической и соціальной жизни.

Обязательное для естествоиспытателя допущеніе, что различныя состоянія и дѣятельности нашего ума сопровождаются перемѣнами въ нервной системѣ, пріобрѣтаетъ особенно твердую почву послѣ новѣйшихъ изслѣдованій о крайней дѣлимости матеріи и чрезвычайной малости ея элементовъ. Въ одномъ кубическомъ сантиметрѣ мозга имѣется столько отдѣльныхъ элементовъ, сколько буквъ въ обширнѣйшей библіотекѣ. Подобно буквамъ вѣками группировавшимся въ мысли и элементы мозгового вещества въ теченіе чрезвычайно длинныхъ промежутковъ времени укладывались въ опредѣленныя структуры. Работа психическаго аппарата живого существа тѣсно связана съ матеріальной структурой его нервной системы и неуловимой въ своихъ деталяхъ, потому что дѣло идетъ о свойствахъ и группировкѣ тончайшихъ элементовъ матеріи. Отличія организаціи видовъ живого должны поэтому отражаться въ ихъ психической жизни, а потому и въ предѣлахъ одного и того же вида измѣненія психической дѣятельности должны совпадать съ измѣненіями матеріальной структуры. Отсюда вытекаетъ, что вопросъ объ эволюціи міровоззрѣній для естествоиспытателя есть въ то же время и вопросъ объ эволюціи человѣческаго типа. Сравнивая человѣка древности съ современнымъ, мы приходимъ къ заключенію о глубокомъ различіи между ними. Старый типъ довольствовался свѣтомъ взошедшаго надъ горизонтомъ свѣтила, новый — извлекаетъ изъ нѣдръ земли угасшій въ ней тысячи вѣковъ тому назадъ лучъ солнца и воскрешаетъ его въ свѣтѣ вольтовой дуги. Старый довольствовался дарами природы въ ея силахъ и въ своихъ органахъ чувствъ, новый — и къ тѣмъ, и къ другимъ приставилъ машину. Одинъ сѣдлалъ животное, другой сѣдлаетъ паръ и электричество. Одинъ изнемогаетъ подъ бременемъ далекихъ пространствъ и медлительно текущихъ временъ, другой—сократилъ пространство и время и раба вѣстника замѣнилъ электрической волной. Это различіе между древнимъ и новымъ человѣкомъ вытекаетъ изъ того, что въ основу жизни второго могучей волной устремилось научное знаніе.

Новый типъ человѣка въ отличіе отъ стараго—*homo sapiens*—окрестимъ именемъ *homo sapiens explorans*. Оба типа еще не вполнѣ дифференцировались. Старый типъ существуетъ и среди современнаго человѣчества. Они разнятся и въ своихъ міровоззрѣніяхъ, и ихъ

кардинальномъ пунктѣ—вопросѣ о мѣстѣ человѣка въ природѣ. Ученіе Дарвина рѣшаетъ этотъ вопросъ въ томъ смыслѣ, что человѣкъ представляетъ собою одну изъ формъ живого, родословное дерево котораго начинается въ тѣхъ атомахъ, которые когда-то считались основными камнями мірозданія, современной же наукой признаваемые рождаемыми и смертными. Твореніе въ мірѣ представляется непрекращающимся процессомъ. Такими воззрѣніями упраздняется дуализмъ въ природѣ человѣка, пропасть между силами психическими и силами неорганизованной матеріи. Богатство психики зависитъ отъ болѣе или менѣе тѣсной связи индивидуума съ міромъ. Эта связь возрастаетъ отъ песчинки минеральнаго царства къ листу въ царствѣ растительномъ и къ человѣку въ царствѣ животномъ. Психика вида, это—отраженіе его связи со всѣмъ существующимъ. Включеніе психики въ разрядъ естественныхъ явленій богато послѣдствіями. Всѣ фазисы естественно-историческаго возникновенія вида въ теченіе нескончаемаго числа вѣковъ должны найти себѣ отраженіе и въ его психикѣ. Человѣкъ несетъ въ себѣ инстинкты всѣхъ существъ, образующихъ его генеалогическое дерево. Наша психика имѣетъ поэтому несравненно большій объемъ, чѣмъ тотъ, который приписывается ей нашимъ сознаніемъ. Формула, что ничего нѣтъ въ сознаніи, чего не было бы въ ощущеніи, должна быть добавлена фразой—въ теченіе милліона вѣковъ.

Такой взглядъ на психику освѣщаетъ и этику. Грѣхъ или зло являются несоотвѣтствіями эволюціи типа. Съ этой точки зрѣнія добро и зло существуютъ и въ несознаваемой психикѣ, въ той невмѣняемой натурѣ, требованія которой такъ императивны для индивида и подчиненіе которой рекомендуется нѣкоторыми. Но въ этой невмѣняемой натурѣ отражаются всѣ качества предшествовавшаго человѣку звѣринаго царства: безсердечность рыбъ, сладострастіе амфибій, ярость рептилій, мстительность тигра, хитрость и вороватость обезьянъ. Эволюція невозможна безъ отбора требованій натуры, и человѣческая совѣсть въ области сознательной—воля, является орудіемъ этого отбора, препятствующимъ живому вернуться въ тѣ условія, которыя не соотвѣтствуютъ его мѣсту въ природѣ и при которыхъ его существованіе было невозможно. Природа вынуждаетъ къ жизни все живое; это—часы съ очень короткой пружиной, требующіе непрерывнаго завода. Въ то время, какъ внѣ живого процессы природы выражаются въ разрушеніи стройныхъ движеній и увели-

ченіи движеній безпорядочныхъ, эволюція живого развиваетъ типы, которые съ большимъ и большимъ успѣхомъ борются съ нестройностями природы и сами становятся источниками возрастающей стройности. И въ этомъ отношеніи въ настоящую минуту впереди всѣхъ стоитъ человѣкъ, который въ своихъ движеніяхъ, въ своихъ воздѣйствіяхъ на природу, въ построеніи машинъ, въ своей психической дѣятельности—мысли и чувства, въ наукѣ и этикѣ создаетъ стройности. Стройность есть необходимый признакъ живой матеріи. И въ этомъ направленіи человѣкъ переходитъ за предѣлы своихъ органовъ чувствъ. Онъ познаетъ и подчиняетъ своимъ цѣлямъ силы природы, для ощущенія которыхъ онъ не имѣетъ спеціальныхъ органовъ: сюда относятся силы электрическія, магнитныя и милліарды неощутимыхъ лучей, пронизывающихъ вселенную. Но все въ мірѣ связано между собою, если не непосредственно, то посредственно, это есть основной принципъ естествознанія. Если существуютъ двѣ вещи А и В, которыя не дѣйствуютъ другъ на друга, то непремѣнно существуетъ третья вещь—посредникъ С, которая взаимодѣйствуетъ и съ А, и съ В, А узнаетъ о В по измѣненію С. Вся задача познанія сводится къ построенію цѣпей, концы которыхъ представляютъ непосредственныя вещи и связаны съ помощью вещей—посредникомъ съ звеньями изъ доступныхъ намъ явленій. Если намъ закрыта сущность явленій, то въ смыслѣ, указанномъ выше, для науки нѣтъ непостижимаго въ мірѣ.

Если сущее повелѣваетъ намъ жить, то вмѣстѣ съ тѣмъ оно одаряетъ насъ приспособленіями для исполненія этого велѣнія; наука раскрываетъ намъ эту волю и, работая рука объ руку съ нею, совершаетъ великое дѣло любви. Отъ данныхъ геніемъ Ньютона «axiomata sive leges motus», она восходитъ къ «axiomata sive leges vitae», создаетъ образы и умѣнья, переживающія преходящую индивидуальность, идущія отъ поколѣнія къ поколѣнію, отъ вѣка къ вѣку... Она творитъ безсмертное.

Въ созерцаніи раскрывающейся истины, безъ страха и тревоги смотритъ въ будущее *homo sapiens explorans*.

1908 года, октября 23 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. вице-президента А. П. Сабанѣева, гг. секретарей: Э. Е. Лейста и В. Д. Соколова, гг. членовъ: А. Д. Архангель-

скаго, А. І. Бачинскаго, С. П. Бѣликова, Г. Д. Волконскаго, В. А. Дейнеги, А. П. Иванова, Д. Н. Кашкарова, Ѳ. Н. Крашенинникова, А. Б. Миссуны, В. Д. Мѣшаева, М. В. Павловой, А. П. Павлова, Д. Н. Прянишникова. М. А. Ракузина, Е. Д. Ревуцкой, Я. В. Самойлова, Е. М. Соколовой, Н. И. Сургунова, П. П. Сушкина, В. А. Тихомирова, Н. Е. Цабеля и Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читаны и утверждены протоколы засѣданій Общества—очередного 18 сентября и годичнаго 3 октября 1908 года.

2. *Д. Н. Прянишниковъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Калійные силикаты, какъ источникъ калія для растеній». Сообщеніе г. *Прянишникова* вызвало дополнительныя замѣчанія со стороны Я. В. Самойлова и вопросы со стороны *М. А. Ракузина.*

3. *М. М. Новиковъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О теменномъ глазѣ позвоночныхъ». Сообщеніе г. *Новикова* вызвало вопросы со стороны *П. П. Сушкина.*

4. *Д. М. Щербачевъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О строеніи листа Hidrastis canadensis и его микрохимическія реакціи». Сообщеніе г. *Щербачева* вызвало вопросы со стороны *В. А. Тихомирова.* Краткое изложеніе сообщенія г. *Щербачева* при семъ особо прилагается.

5. *М. А. Ракузинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О механическихъ факторахъ нефтеобразовательныхъ процессовъ». Краткое изложеніе сообщенія г. *Ракузина* при семъ особо прилагается.

6. Д. ч. Общ. *А. А. Ячевскій*, письмомъ отъ 10 октября сего года, благодаритъ Общество за присужденіе ему преміи имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ.*

7. Г. Попечитель Московскаго Учебнаго Округа отношеніемъ отъ 20 сентября сего года, за № 26307, извѣщаетъ, что имъ сдѣлано сношеніе съ Московской Казенной Палатой объ открытіи счета въ суммѣ 2857 руб. по Московскому Губернскому казначейству по § 5 смѣты Министерства Народнаго Просвѣщенія текущаго года на выдачу пособія Обществу.

8. Московская Казенная Палата отношеніемъ отъ 23 сентября сего года, за № 49845, извѣщаетъ объ открытіи кредита на 2857 рублей въ пособіе Обществу.

9. Таврическая Губернская Земская Управа отношеніемъ отъ 30 сентября сего года, за № 3985, выражаетъ свое согласіе на продленіе конкурса по соисканію преміи имени *Н. А. Головинскаго* до 1 сентября 1909 года съ оставленіемъ той же темы: «Третичныя отложенія Таврической губерніи и ихъ водоносность». Постановлено: въ виду значительнаго замедленія отвѣта названной Управы на предложеніе Общества отъ 26 марта сего года и за краткостью остающагося времени, просить ее продлить конкурсъ до 1 сентября 1910 года.

10. *Н. И. Кузнецовъ* письменно благодаритъ Общество за оказанное ему содѣйствіе въ его флористическихъ работахъ.

11. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ, что 24 октября сего года въ день празднованія трехсотлѣтія со дня рожденія *Торичелли* городу Фаенца, отъ имени Общества, была отправлена привѣтственная телеграмма.

12. Кэмбриджскій университетъ приглашаетъ Общество принять участіе въ празднованіи столѣтія со дня рожденія *Ч. Дарвина* и пятидесятилѣтія со времени изданія его книги: «Происхожденіе видовъ (Origin of Species)», имѣющемъ быть 22—24 іюня 1909 года въ Кэмбриджѣ. Постановлено: просить Поч. чл. Общ. *К. А. Тимирязева* быть представителемъ Общества на означенномъ торжествѣ.

13. Постоянная водомѣрная комиссія при Императорской Академіи Наукъ препровождаетъ для распространенія среди членовъ Общества вопросные листы для собиранія подробныхъ свѣдѣній о состояніи уровня рѣкъ весною 1908 года.

14. Терское отдѣленіе Императорскаго Техническаго Общества, письмомъ отъ 2 октября сего года, проситъ о безплатной высылкѣ ему изданій Общества въ обмѣнъ на издаваемые имъ «труды». Постановлено: высылать названному учрежденію Bulletin Общества.

15. Комитетъ Астраханской Общественной библіотеки отношеніемъ отъ 3 октября сего года, за № 147, проситъ о безплатной высылкѣ изданій Общества. Постановлено: выслать названной библіотекѣ «Протоколы» засѣданій Общества и издаваемые имъ «Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи», а также «Матеріалы къ познанію геологическаго строенія Россійской Имперіи».

16. K. Vetenskaps Societeten, Upsala, University of Missouri, Columbia и Bureau of Science, Manila, просятъ о пополненіи недостающихъ въ ихъ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить просьбы всѣхъ названныхъ учрежденій по мѣрѣ возможности.

17. Общество Исторіи и Древностей Прибалтійскаго края, письмомъ отъ 8 октября сего года, проситъ о пополненіи недостающихъ въ его библіотекѣ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить эту просьбу по мѣрѣ возможности.

18. Г. секретарь *В. Д. Соколовъ* напомнилъ, что по конкурсу на премію имени *К. И. Ренара* сочиненія должны быть представлены въ Общество въ рукописяхъ не позднѣе 1 ноября и въ печатномъ видѣ— 1 декабря сего года и что, въ связи съ этимъ, надлежитъ избрать особую комиссію въ составѣ не менѣе трехъ членовъ Общества, занимающихся изученіемъ зоологіи. Постановлено: просить *М. А. Мензбира* и *П. П. Сушкина* войти въ составъ означенной комиссіи, предоставивъ имъ право привлечь къ участію въ ней третьяго члена.

19. Г. Секретарь *В. Д. Соколовъ*, огласивъ отъ имени Совѣта, что въ декабрѣ сего года кончается срокъ полномочій слѣдующихъ лицъ въ дирекціи Общества: президента—*Н. А. Умова*, секретаря—*Э. Е. Лейста*, члена Совѣта—*Л. П. Павлова*, редактора—*М. А. Мензбира* и хра-

нителя предметовъ — *В. И. Вернадскаго*, напомнилъ состоявшееся 18 января 1901 года, слѣдующее постановленіе Общества:

а) Въ октябрьскомъ засѣданіи Общества Совѣтъ оглашаетъ о предстоящихъ въ декабрьскомъ засѣданіи очередныхъ выборахъ должностныхъ лицъ, съ указаніемъ, по какимъ именно должностямъ предстоятъ выборы.

б) Въ ноябрьскомъ засѣданіи члены Общества указываютъ записками кандидатовъ, которые и баллотируются, согласно § 27 Устава Общества, въ декабрьскомъ засѣданіи.

20. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 18 лицъ и учрежденій.

21. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 11.

22. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 524 тома.

23. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 23 октября 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 5768 р. 96 к., въ расходѣ—3419 р. 43 к. и въ наличности 2349 р. 53 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1500 р. и въ наличности—14 р. 21 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 руб. и въ наличности—376 р. 75 к.; и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—4000 р. и въ наличности—72 р. 18 к. Плата за дипломъ въ 15 руб. поступила отъ Д. ч. Общ. *А. Д. Архангельскаго*. Членскіе взносы по 4 р. за 1908 годъ поступили отъ *Ѳ. В. Бухгольца*, *С. П. Попова* и *А. Н. Реформатскаго*.

24. Въ дѣйствительные члены избраны:

а) *Екатерина Ивановна Карнѣева* въ Москвѣ (по предложенію А. П. Сабанѣева, В. А. Тихомирова и Н. А. Умова).

б) *Александръ Евгеніевичъ Ферсманъ* въ Москвѣ (по предложенію В. И. Вернадскаго и Э. Лейста).

25. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложенъ *Павелъ Ивановичъ Вальденъ* въ Ригѣ (по предложенію М. А. Ракузина, В. Д. Соколова и Н. А. Умова).

ПРИЛОЖЕНІЯ.

О механическихъ факторахъ нефтеобразовательныхъ процессовъ.

М. Ракузинъ.

Въ своихъ прежнихъ сообщеніяхъ въ прошломъ и настоящемъ году я старался, независимо отъ химизма нефтеобразовательныхъ процессовъ, пролить свѣтъ и на чисто-механическую сторону во-

проса, т.-е. выяснить сущность явленій въ нефти *интрамолекулярнаго* характера (рацемизація, обугливаніе и т. д.), и, наконецъ, на явленія перемѣщенія нефтей во внутреннихъ слояхъ земли, т.-е. явленія подземной *гидравлики нефти*. Такимъ образомъ, я по пути оптическаго изслѣдованія нефтей постепенно приблизился къ *химической статикѣ* и *гидравликѣ нефтей*, и если я въ прежнихъ сообщеніяхъ развивалъ эти взгляды чисто-*теоретически*, то я въ настоящемъ сообщеніи хотѣлъ бы указать на важнѣйшія *экспериментальныя данныя* по этому вопросу.

Мы уже знаемъ, что дифференціація свойствъ нефтей въ извѣстномъ районѣ обязана своимъ происхожденіемъ *давленію газовъ* внутри земли. Это давленіе легко поддается подсчету или измѣренію, и разность силъ этого давленія и *наружнаго давленія пластовъ* даетъ намъ *дифференцирующую силу*.

О значительной величинѣ давленія при нефтеобразовательныхъ процессахъ догадывались и прежніе изслѣдователи въ области нефтяной химіи. Но зато разсужденія ихъ о *температурѣ* нефтеобразовательныхъ процессовъ были чисто-гадательнаго характера. Въ настоящее время на этотъ вопросъ пролитъ свѣтъ *Д. В. Голубятниковымъ* въ его *геотермическихъ* наблюденіяхъ на различныхъ глубинахъ. Такимъ образомъ, намъ становится яснымъ, съ одной стороны, что *нефтеобразовательные процессы происходятъ въ каждой глубинѣ при той температурѣ и томъ давленіи, которыя соотвѣтствуютъ этой глубинѣ*. Съ другой стороны, ясно, что процессъ непрерывнаго дифференцированія и перемѣщенія нефтей имѣетъ характеръ *фильтръ-дистилляціи*, т.-е. что маточная нефть, перегоняясь при сравнительно низкихъ температурахъ, соотвѣтствующихъ геотермическимъ даннымъ, даетъ дистиллаты, которые подъ сильнымъ давленіемъ газовъ фильтруются черезъ верхніе слои земли.

Но кромѣ упомянутыхъ трехъ факторовъ, въ нефтеобразовательныхъ процессахъ безъ сомнѣнія должна принимать участіе *центробѣжная сила* земли. Это a priori вѣрное предположеніе я желалъ провѣрить опытнымъ путемъ [1]). Первый рядъ опытовъ не далъ сравнимыхъ цифръ. Повидимому, при центрофугированіи въ электрической центрофугѣ (3.000 оборотовъ въ минуту) происходило

[1]) Фильтраціонный принципъ *Дея* я провѣрилъ въ прошломъ году, фильтруя нефть черезъ свѣчу *Шамбермана*, о чемъ я сообщилъ Обществу въ свое время.

одновременно съ центрофугированіемъ значительное *испареніе*, такъ что представлялось невозможнымъ учесть отдѣльно *вліяніе центрофугированія на оптическія и другія свойства нефти* и вліяніе испаренія.

Когда же я сосудъ залилъ *коллодіумомъ*, и возможность испареній была исключена, то я получилъ вполнѣ сравнимые результаты. Опытъ былъ произведенъ съ весьма высоко карбонированной нефтью изъ Грознаго ($K = {}^{3}/_{32}\%$), и послѣ центрофугированія $K = {}^{1}/_{4}\%$. Уд. вѣсъ, по весьма понятнымъ причинамъ, претерпѣлъ только ничтожное измѣненіе. Такимъ образомъ, безспорно доказано, что *нефть принимаетъ участіе во вращательномъ движеніи земли*. При этомъ она, измѣняя свои свойства въ указанномъ выше смыслѣ, вліяетъ на окружающія ее породы (Nebengestein), *битумизируя ихъ въ случаѣ ихъ проницаемости* и образуя естественныя *центрофугаты* въ родѣ асфальта и озобрита, въ случаѣ непроницаемости породъ. Къ такимъ нефтеобразованіямъ, быть можетъ, слѣдуетъ отнести *скраханскій асфальтъ жильнаго залеганія* [1]). Такимъ образомъ, къ обычнымъ теоріямъ образованія асфальтовъ *Кайзера*, *Маркуссона* и др. слѣдуетъ присоединить и теорію образованія асфальтовъ путемъ центрофугированія.

Итакъ, подъ вліяніемъ газовъ и температуры происходитъ измѣненіе свойствъ нефтей въ *вертикальномъ направленіи*, а подъ вліяніемъ естественнаго центрофугированія—въ *горизонтальномъ направленіи*.

Это—соображенія теоретическаго характера. Но вопросъ этотъ, повидимому, можетъ имѣть и *практическій* интересъ. Вѣдь между прочимъ ясно, что направленіе бурава, вообще говоря, совпадающее съ направленіемъ земного радіуса, не можетъ совпадать съ направленіемъ движенія частицъ нефти [2]) (воды и т. д.), въ которомъ участвуютъ, какъ мы знаемъ, кромѣ силы тяжести, цѣлый рядъ другихъ силъ. Но если даже оставить это обстоятельство въ сторонѣ и считаться только съ центробѣжной силой, то и тогда ясно, что даже во время буренія нефть можетъ уйти отъ оси скважины, и это *вліяніе центробѣжной силы въ каждой широтѣ можетъ быть даже высчитано*.

---

[1]) Эту разновидность асфальта я изслѣдую по порученію Геологическаго Комитета.

[2]) Въ природѣ только 3 жидкихъ минерала: вода, нефть и ртуть. Такимъ образомъ затронутъ общій вопросъ подземной гидравлики

Поэтому можно съ нѣкоторою вѣроятностью сказать, что въ каждой нефтеносной мѣстности надо *закладывать скважины въ тѣмъ большемъ горизонтальномъ разстояніи отъ естественнаго выхода нефти, чѣмъ меньше ея уд. вѣсъ, т.-е. чѣмъ больше ея прозрачность* (рѣчь идетъ, конечно, о невывѣтрившихся нефтяхъ).

Изслѣдованіе продолжается. Между прочимъ я желалъ видѣть, не произойдетъ ли *разслоеніе порошкообразныхъ массъ* подъ вліяніемъ центрофугированія. Были взяты 2 порошка съ большой разницей въ цвѣтѣ и уд. вѣсахъ, а именно: углекислый барій и животный уголь въ тѣсной смѣси темно-сѣраго цвѣта (равныя количества). Разслоеніе было самое ничтожное. Причины понятны.

Микроскопическое строеніе листьевъ Hydrastis canadensis L. и ихъ микрохимическія реакціи.

Д. М. Щербачева.

Hydrastis canadensis L. пріобрѣло за послѣдніе годы особенный интересъ въ медицинѣ и фармаціи.

Причиною тому послужило, во-первыхъ, сильное распространеніе этого препарата для лѣченія болѣзней, а съ другой стороны повышеніе цѣнъ на него, указывающее, что источникъ полученія этихъ растеній—дикорастущіе экземпляры въ Сѣверной Америкѣ становятся рѣже вслѣдствіе усиленнаго ихъ истребленія. Это заставляетъ подумать о культурѣ этихъ растеній и о замѣнѣ корневищъ растенія листьями.

Позволю себѣ напомнить главнѣйшіе факты, касающіеся этого растенія. Hydrastis canadensis *L.* было извѣстно уже давно: болѣе чѣмъ 150 лѣтъ тому назадъ, но настоящее медицинское употребленіе его (какъ кровоостанавливающаго средства) сдѣлалось извѣстнымъ всего 50 лѣтъ тому назадъ. До этого Hydrastis canadensis *L.* или Golden Seal, какъ его зовутъ въ Америкѣ, употреблялось, какъ краска для окрашиванія матерій въ желтый цвѣтъ и въ медицинѣ для лѣченія болѣзней глазъ, болѣзней рта и горла, но безъ особаго успѣха, такъ какъ могло быть замѣнено множествомъ другихъ средствъ. Само растеніе — многолѣтнее, очень небольшого размѣра: не превышаетъ 25 — 30 c/m., относится къ семейству лютиковыхъ, Ranunculaceae-Helleboreae. Своимъ видомъ оно весьма напоминаетъ наши анемоны.

Имѣетъ два листа: нижній листъ на болѣе длинномъ черешкѣ, верхній листъ и самъ меньше и на черешкѣ болѣе короткомъ. Ранней весной развивается цвѣтокъ о трехъ лепесткахъ зеленоватаго цвѣта, весьма быстро опадающихъ. Плодниковъ много. При созрѣваніи всѣ они сливаются въ одну мясистую ягоду, несущую около 20 довольно крупныхъ черныхъ сѣмянъ. Сѣмена всходятъ очень трудно, поэтому при культурѣ растенія лучше всего разводить его корневищами. Корневища же растенія вмѣстѣ къ корнями употребляются и въ медицинѣ.

Первыя химическія изслѣдованія корневища Hydrastis canadensis были произведены Durand'омъ (1847). На ряду съ нѣкоторыми несущественными составными частями, онъ нашелъ въ немъ алкалоидъ, который былъ признанъ Mahla за берберинъ. Позднѣе былъ найденъ другой алкалоидъ—гидрастинъ и третій алкалоидъ канадинъ (E. Sehmidt), оказавшійся изомернымъ съ гидробериберином.

Еще большее значеніе имѣло открытіе Power'a (1886 г.), нашедшаго, что подъ вліяніемъ окисленія и гидратаціи дѣйствующее начало H. canadensis алкалоидъ гидрастинъ переходитъ въ другой алкалоидъ гидрастининъ, имѣющій еще болѣе широкое примѣненіе въ медицинѣ, благодаря тому, что онъ дѣйствуетъ не только на сосудистый центръ, но и на периферическія окончанія вазомоторныхъ нервовъ.

Въ Америкѣ, на своей родинѣ, въ Канадѣ растеніе это почти все истреблено. Въ настоящее врия оно встрѣчается только къ югу отъ Нью-Іорка въ штатахъ: Кентукки, Миссури, Виргиніи, Огіо и Арканзасѣ. Вопросъ о разведеніи этого столь важнаго въ медицинскомъ отношеніи растенія у насъ въ Россіи поднимался еще на I-омъ Пироговскомъ Съѣздѣ Русскихъ Врачей. Но съ тѣхъ поръ и до сего времени вопросъ этотъ очень мало подвинулся впередъ. Мнѣ пришлось познакомиться съ этимъ растеніемъ впервые въ Ботаническомъ саду въ Бернѣ, когда проф. Чирхъ (Tschirch) предложилъ мнѣ изслѣдовать исторію развитія нѣкоторыхъ фармакогностически важныхъ растеній, среди которыхъ была и H. canadensis *L.* Но мои опыты надъ взращиваніемъ ея изъ сѣмянъ были неудачны. Въ настоящее время, благодаря любезности проф. Артура Мейера, я получилъ нѣсколько корневищъ растенія изъ ботаническаго сада въ Марбургѣ черезъ ассистента кабинета Фармакогнозіи здѣшняго университета Э. А. Бушмана. Задачей моего изслѣдованія было рѣшеніе двухъ вопросовъ: 1) содержится ли въ листьяхъ H. canadensis *L.* гидра-

стинъ и 2) если онъ содержится, то фармакогностически важнымъ является изслѣдованіе строенія листа для отличія отъ могущихъ быть поддѣлокъ и подмѣсей. Въ виду того, что у меня было очень ограниченное количество матеріала, я могъ опредѣлить алкалоиды въ листьяхъ H. canadensis только качественно. Гидрастинъ опредѣлялся мною по способу Рюстингъ-Смиса: въ результатѣ получились кристаллы гидрастина (призматической формы), но микроскопическихъ размѣровъ. Гораздо легче было получить кристаллы берберина, такъ какъ для него выработанъ способъ, позволяющій открывать этотъ алкалоидъ даже микрохимически. Способъ этотъ былъ открытъ Gordin'омъ и примѣненъ къ изслѣдованію микроскопическихъ срѣзовъ Bauer'омъ (Ztsch. d. allg. österr. Ap.-V 1908. № 27).

Онъ заключается въ томъ, что гидрастинъ даетъ съ ацетономъ нерастворимое въ водѣ соединеніе, имѣющее кристаллическій видъ. Производится эта реакція слѣдующимъ образомъ. Къ срѣзу листа (или, еще лучше, взять кусочекъ листа величиною въ $^1/_2$ ctm.) прибавляютъ на предметномъ стеклышкѣ нѣсколько капель воды и даютъ лежать нѣкоторое время, чтобы берберинъ извлекся водою. Затѣмъ объектъ вынимаютъ, а къ жидкости прибавляютъ каплю 10% раствора ѣдкаго натра,—нагрѣваютъ и къ теплому раствору прибавляютъ 4—5 капель ацетона. По охлажденіи въ зависимости отъ большей или меньшей скорости охлажденія и отъ величины взятаго кусочка листа удается наблюдать множество болѣе или менѣе мелкихъ кристалловъ, видимыхъ подъ микроскопомъ даже при небольшомъ увеличеніи (система № 3 Reichert). Убѣдившись въ присутвіи алкалоидовъ, я занялся изученіемъ анатоміи листьевъ H. canadensis *L.* Пластинка листа состоитъ изъ четырехъ слоевъ: 1) верхней надкожицы, 2) палиссаднаго слоя, 3) мезофилла и 4 нижней надкожицы.

Верхняя надкожица состоитъ изъ клѣтокъ полигональной формы съ нѣсколько извитыми краями. Покрыта кутикулой, несетъ одноклѣточные волоски. Устьицъ не содержитъ.

Палиссадный слой развитъ не вполнѣ; онъ состоитъ изъ округлыхъ и округло-четырехугольныхъ клѣтокъ, изъ которыхъ нѣкоторыя раздѣлены въ вертикальномъ направленіи на двѣ соединенныя между собою половинки (Armpallyssadenzellen Haberlandt'a).

Мезофиллъ сотоитъ изъ обыкновенной губчатой паренхимы, въ которой проходятъ сосуды (спиральнаго типа). Кристалловъ не содержитъ.

Нижняя надкожица состоитъ изъ клѣтокъ, края которыхъ сильно волнисто-изогнуты. Несетъ одноклѣточные волоски и устьица. Устьица развиты вполнѣ и представляютъ слѣдующія особенности, характерныя для листьевъ H. canadensis.

Полулунныя замыкающія клѣтки ихъ находятся въ другой плоскости, нежели окружающія ихъ клѣтки надкожицы; поэтому тѣ и другія трудно видѣть подъ микроскопомъ одновременно, а удается разсмотрѣть только при соотвѣтствующемъ поворачиваніи микрометрическаго винта. Вторая особенность ихъ заключается въ томъ, что окружаетъ ихъ не всегда пять клѣтокъ надкожицы, а часто 7, 8, 9 и даже 10.

Для сравненія мною были изслѣдованы листья нѣкоторыхъ другихъ сходныхъ растеній, въ частности Anemone ranunculoides *L.*, Pulsatilla patens и Anemone narcissiflora *L.* (послѣднее съ Кавказа). Строеніе листьевъ у Anemone ranunculoides поразительно похоже на строеніе листьевъ H. canadensis. Отличіе заключается только въ устьицахъ: полулунныя клѣтки ихъ расположены здѣсь въ одной плоскости съ окружающими клѣтками надкожицы и никогда не бываютъ окружены множествомъ клѣтокъ, а всегда 5—6.

Pulsatilla patens имѣетъ устьица на обѣихъ сторонахъ листа.

Anemone narcissiflora имѣетъ устьица, очень похожія на H. canadensis и также расположенныя въ разныхъ плоскостяхъ съ окружающими клѣтками надкожицы, но только число клѣтокъ, окружающихъ устьице, бываетъ обыкновенное (5—6) и никогда не достигаетъ 8—9, какъ это мы наблюдаемъ у H. canadensis.

1908 года, ноября 20 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, В. В. Аршинова, А. І. Бачинскаго, С. П. Бѣликова, В. И Вернадскаго, кн. Г. Д. Волконскаго, М. И. Голенкина, В. А. Дейнеги, А. П. Иванова, В. В. Карандѣева, А. Б. Миссуны, А. П. Павлова, А. В. Павлова, М. В. Павловой, Я. В. Самойлова, Н. И. Сургунова и стороннихъ посѣтителей происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ очереднаго засѣданія 23 октября 1908 года.

2. Г. президентъ *Н. А. Умовъ,* заявивъ о кончинѣ почетн. члена Общества, академика *Ѳ. Б. Шмидта* въ С.-Петербургѣ и дѣйствит. члена Общества *П. Т. Степанова* въ Харьковѣ, пригласилъ присутствующихъ на засѣданіи почтить память ихъ вставаніемъ.

3. *А. П. Павловъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Объ ученыхъ трудахъ академика Ѳ. Б. Шмидта».

4. *А. Н. Розановъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О распространеніи зоны Cr. nodiger въ окрестностяхъ Москвы». Сообщеніе г. *Розанова* вызвало замѣчанія со стороны *А. П. Павлова* и *А. П. Иванова*.

5. Почетный членъ Общества, академикъ *А. С. Фаминцынъ*, письмомъ отъ 23-го октября сего года благодаритъ Общество за поздравленіе по поводу его юбилея.

6. Почетный членъ Общества, профессоръ *К. А. Тимирязевъ*, письмомъ на имя *Н. А. Умова* благодаритъ за избраніе его представителемъ Общества на торжественномъ собраніи въ Кембриджѣ по случаю чествованія памяти Дарвина.

7. Правленіе Кіевскаго Общества Любителей Природы отношеніемъ отъ 23 октября сего года, за № 973, проситъ оказать содѣйствіе по учрежденію при немъ спеціальной библіотеки и предоставить ему безвозмездно изданія Общества. Постановлено: выслать названному Обществу въ обмѣнъ изданіями «Протоколы» и «Матеріалы».

8. Правленіе Николаевскаго Общества Любителей Природы циркулярнымъ отношеніемъ отъ 16 ноября сего года проситъ о безплатной высылкѣ изданій Общества за 1908 и слѣдующіе годы. Постановлено: удовлетворить эту просьбу по мѣрѣ возможности.

9. Костромская губернская архивная комиссія отношеніемъ отъ 23-го октября сего года, за № 293, извѣщаетъ о предстоящемъ съ 21 по 30 іюня 1909 года, четвертомъ Областномъ Археологическомъ Съѣздѣ изслѣдователей исторіи и древностей Новгородской и Ростово-Суздальской областей и представителей Архивныхъ комиссій имперіи, съ просьбою принять участіе въ съѣздѣ и командировать на него представителей Общества. Постановлено: просить *А. П. Павлова* и *В. Д. Соколова* принять участіе въ означенномъ съѣздѣ въ качествѣ представителей Общества.

10. Доложено, что на конкурсъ по соисканію преміи имени *К. И. Ренара* не представлено ни одного сочиненія.

11. Севастопольская Біологическая Станція и Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg просятъ о пополненіи недостающихъ въ ихъ библіотекахъ изданій Общества. Постановлено: удовлетворить по мѣрѣ возможности.

12. Доложено отношеніе г. Ректора Университета о доставленіи ему свѣдѣній о дѣятельности Общества за истекшій годъ для составленія университетскаго отчета.

13. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 6 лицъ и учрежденій.

14. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 14.

15. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 265 томовъ.

16. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 20 ноября 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по

кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ—5772 р., 96 к., въ расходѣ—3508 р. 53 к. и въ наличности—2264 р. 43 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ—1500 руб.; и въ наличности—24 р. 21 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ—3000 руб. и въ наличности—376 р. 75 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ—4000 руб. и въ наличности—72 р. 18 к. Членскій взносъ въ 4 р. за 1909 г. поступилъ отъ *В. Н. Родзянко.*

17. Г. президентъ *Н. А. Умовъ*, согласно состоявшемуся 18 января 1901 года постановленію Общества, предложилъ указать записками кандидатовъ къ предстоящей въ декабрьскомъ засѣданіи Общества баллотировкѣ на новое треклѣтіе слѣдующихъ должностныхъ лицъ: президента, секретаря, члена Совѣта, редактора и хранителя предметовъ.

18. По подсчету представленныхъ записокъ съ именами кандидатовъ на означенныя должности, были указаны на должность:

а) Президента:
Н. А. Умовъ . . . . . 12 голосами
А. П. Сабанѣевъ . . . . . 1 голосомъ
б) Секретаря:
Э. Е. Лейстъ . . . . . 9 голосами
М. В. Павлова . . . . . 3 голосами
Я. В. Самойловъ . . . . . 1 голосомъ
в) Члена Совѣта:
А. П. Павловъ . . . . . 12 голосами
А. І. Бачинскій . . . . . 1 голосомъ
г) Редактора:
М. А. Мензбиръ . . . . . 13 голосами
д) Хранителя предметовъ:
В. И. Вернадскій . . . . . 12 голосами
Я. В. Самойловъ . . . . . 1 голосомъ

Изъ означенныхъ лицъ *Э. Е. Лейстъ* и *А. І. Бачинскій* просятъ исключить ихъ изъ списка кандидатовъ.

19. Въ виду рѣшительнаго отказа *Э. Е. Лейста* отъ баллотировки на должность секретаря, вслѣдствіе его многочисленныхъ занятій по Университету, г. президентъ *Н. А. Умовъ* предложилъ выразить *Эрнесту Егоровичу* благодарность за его высокополезные труды по Обществу и высказалъ пожеланіе сохранить *Э. Е. Лейста* въ составѣ Совѣта Общества, учредивъ въ немъ новую должность хранителя, для замѣщенія коей представить *Эрнеста Егоровича*. Общество присоединилось къ этому предложенію и постановило учредить новую должность хранителя.

20. Въ дѣйствительные члены избранъ *Павелъ Ивановичъ Вальденъ* въ Ригѣ (по предложенію М. А. Ракузина, В. Д. Соколова и Н. А. Умова).

21. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложены:

а) *Михаилъ Михаиловичъ Новиковъ* (по предложенію П. П. Сушкина, Н. А. Умова и В. А. Дейнеги).

б) *Алексѣй Николаевичъ Розановъ* (по предложенію А. П. Павлова и А. В. Павлова).

1908 года, декабря 18 дня, въ засѣданіи Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы, подъ предсѣдательствомъ г. Президента Н. А. Умова, въ присутствіи г. Вице-Президента А. П. Сабанѣева, г. секретаря Э. Е. Лейста, гг. членовъ: А. Д. Архангельскаго, В. В. Аршинова, А. І. Бачинскаго, В. И. Вернадскаго, Ю. В. Вульфа, В. С. Гулевича, В. А. Дейнеги, А. П. Иванова, Г. І. Касперовича, Н. А. Касьянова, Е. И. Карнѣевой, Н. І. Криштафовича, А. Б. Миссуны, А. В. Павлова, А. П. Павлова, М. В. Павловой, С. П. Попова, М. А. Ракузина, Е. Д. Ревуцкой, Н. И. Сургунова, П. П. Сушкина, В. А. Тихомирова, А. Е. Ферсмана, В. М. Цебрикова, П. К. Штернберга и Д. М. Щербачева и стороннихъ посѣтителей, происходило слѣдующее:

1. Читанъ и утвержденъ протоколъ засѣданія Общества 20 ноября 1908 года.

2. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ,* заявивъ о кончинѣ поч. чл. Общ. *Альберта Годри* въ Парижѣ, пригласилъ присутствующихъ на засѣданіи почтить его память вставаніемъ.

3. *М. В. Павлова* сдѣлала сообщеніе: «Памяти Альберта Годри». Докладъ г-жи *Павловой* при семъ особо прилагается.

4. *А. П. Ивановъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О ледниковыхъ отложеніяхъ окрестностей гор. Москвы». Сообщеніе г. *Иванова* вызвало замѣчанія со стороны *А. Б. Миссуны, А. П. Павлова, А. Н. Розанова, М. А. Ракузина* и *Н. І. Криштафовича.*

5. *М. А. Боголѣповъ* сдѣлалъ сообщеніе: «О періодичности вулканическихъ явленій». Сообщеніе г. *Боголѣпова* вызвало замѣчанія со стороны *П. К. Штернберга Э. Е. Лейста, А. В. Павлова* и г. *Висконти.* Краткое изложеніе сообщенія г. *Боголѣпова* при семъ особо прилагается.

6. *Н. І. Криштафовичъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Современная дѣятельность рѣкъ».

7. *П. И. Вальденъ* въ Ригѣ, *Е. И. Карнѣева* въ Москвѣ и *L. Mrazec* въ Букарештѣ благодарятъ за избраніе ихъ въ дѣйствительные члены.

8. Geological Society of Glasgow циркулярно извѣщаетъ о предстоящемъ 28 января 1909 года юбилейномъ его засѣданіи съ участіемъ *Archibald Geikie.* Постановлено: послать названному Обществу письменное привѣтствіе.

9. *В. А. Тихомировъ* сообщилъ о предстоящемъ 350-лѣтнемъ юбилеѣ университета въ Женевѣ. Постановлено: просить *В. А. Тихомирова* быть представителемъ Общества на торжественномъ собраніи университета въ

Женевѣ и увѣдомить объ этомъ его ректора и сенатъ не позднѣе 15 апрѣля 1909 года.

10. *М. А. Ракузинъ* сообщилъ, что лѣтомъ 1909 года *Svante Arrhenius* празднуетъ пятидесятилѣтіе своего рожденія и двадцатипятилѣтіе со дня появленія первыхъ основъ теоріи электрической диссоціаціи. Постановлено передать въ Совѣтъ вопросъ объ участіи Общества въ чествованіи *Svante Arrhenius*'а.

11. Финляндское Ученое Общество въ Гельсингфорсѣ сообщаетъ о смерти своего непремѣннаго секретаря, *L. L. Lindelöf*'а, и о выборѣ на его мѣсто проф. *A. Donner*'а.

12. Императорское Московское Археологическое Общество проситъ командировать представителей отъ Общества для участія въ занятіяхъ предварительнаго комитета для выработки правилъ и выбора мѣста XV Археологическаго Съѣзда въ 1911 году. Постановлено: просить *А. П. Павлова* и *В. Д. Соколова* принять участіе въ трудахъ означеннаго комитета.

13. *А. П. Павловъ* просилъ снять съ него обязанности представителя Общества на предстоящемъ IV областномъ Археологическомъ Съѣздѣ изслѣдователей исторіи и древностей Новгородской и Ростово-Суздальской областей. Постановлено: уважить просьбу г. *Павлова*.

14. Доложено циркулярное извѣщеніе Русскаго Физико-Химическаго Общества о разрѣшеніи открыть сборъ пожертвованій на учрежденіе Менделѣевскаго Института въ Петербургѣ. Постановлено: принять къ свѣдѣнію.

15. Въ виду того, что по второму конкурсу на соисканіе преміи имени *К. И. Ренара* не представлено ни одного сочиненія, постановлено просить комиссію по конкурсу на означенную премію разсматривать вопросъ о присужденіи ея на основаніи § 8 правилъ для соисканія преміи имени *К. И. Ренара*.

16. Г. Президентъ *Н. А. Умовъ*, отъ имени Совѣта, предложилъ избрать въ почетные члены Общества *А. Н. Петунникова* и *В. А. Тихомирова*. Общество единодушно приняло это предложеніе.

17. Завѣдующій ботаническими изслѣдованіями Переселенческаго Управленія отношеніемъ отъ 18 ноября сего года, за № 2222, проситъ о высылкѣ Переселенческому Управленію всѣхъ изданій Общества, въ которыхъ помѣщены статьи и работы по флорѣ и географіи Европейской Россіи, Сибири, Туркестана, Кавказа и сопредѣльныхъ странъ. Постановлено: удовлетворить эту просьбу по мѣрѣ возможности.

18. *В. И. Вернадскій* проситъ о пополненіи серіи изданій Общества въ библіотекѣ Геологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ. Постановлено: удовлетворить просьбу г. *Вернадскаго* по мѣрѣ возможности.

19. Г. секретарь *Э. Е. Лейстъ* доложилъ, что въ библіотекѣ Императорскаго Московскаго Университета нѣтъ Nouveaux Mémoires Общества. Постановлено доставить въ названную библіотеку имѣющіеся выпуски Nouveaux Mémoires.

20. Station Entomologique въ Будапештѣ проситъ о пополненіи недостающихъ въ ея библіотекѣ выпусковъ Bulletin. Постановлено: просьбу эту удовлетворить.

21. Комиссія по международному обмѣну изданій при отношеніяхъ отъ 16 сентября и 29 ноября сего года, за №№ 794 и 965, препровождаетъ 123 пакета, доставленныхъ по адресу Общества американскою, бельгійскою, итальянскою, нидерландскою и французскою комиссіями, а также бразильскимъ и шведскимъ правительствами.

22. Благодарность за доставленіе изданій Общества получена отъ 15 лицъ и учрежденій.

23. Извѣщеній о высылкѣ изданій Обществу получено 13.

24. Книгъ и журналовъ въ библіотеку Общества поступило 230 томовъ.

25. Г. казначей *В. А. Дейнега* представилъ вѣдомость о состояніи кассы Общества къ 18 декабря 1908 года, изъ коей видно, что: 1) по кассовой книгѣ Общества состоитъ на приходѣ 5.863 р. 85 к., въ расходѣ—3.508 р. 53 к. и въ наличности—2.355 р. 32 к.; 2) по кассовой книгѣ запаснаго капитала Общества состоитъ въ % бумагахъ 1.600 руб. и въ наличности—19 р. 88 к.; 3) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *К. И. Ренара* состоитъ въ % бумагахъ 3.000 р. и въ наличности—419 р. 50 к. и 4) по кассовой книгѣ капитала на премію имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* состоитъ въ % бумагахъ 4.000 р. и въ наличности—221 р. 81 к. Единовременные членскіе вносы въ 40 р. поступили отъ *Е. И. Карнѣевой* и проф. *Л. Мрачека*. Плата за дипломъ въ 15 р. поступила отъ *Е. И. Карнѣевой* и проф. *Л. Мрачека*. Членскіе взносы по 4 р. поступили за 1908 годъ отъ *А. М. Зайцева*, *Б. А. Федченко* и *А. Е. Ферсмана* и за 1909 годъ отъ *Ю. А. Листова*.

26. Г. казначей *В. А. Дейнега*, согласно постановленію Совѣта и въ исполненіе § 46 Устава Общества, представилъ на утвержденіе смѣту прихода и расхода суммъ Общества на 1908 годъ, въ коей предположено:

На приходѣ:

1. Сумма, отпускаемая Правительствомъ на содержаніе Общества	4587	р.	— к.
2. Членскіе взносы и плата за дипломы	300	»	— »
3. Сумма отъ продажи изданій Общества	200	»	— »
4. % съ запаснаго капитала Общества	64	»	12 »
Всего	5421	р.	12 к.

Въ расходѣ:

1. Печатаніе изданій Общества	3550	р.	— к.
2. Жалованье письмоводителю канцеляріи Общества	400	»	— »
3. Жалованье письмоводителю библіотеки Общества	400	»	— »

4. Жалованье служителю Общества	270 р.	— к.
5. Наградныя деньги къ праздникамъ	140 »	— »
6. Почтовые расходы.	240 »	— »
7. Канцелярскіе расходы	180 »	— »
8. Расходы по библіотекѣ Общества	100 »	— »
9. Расходы по содержанію Общества, непредвидѣнные расходы, экскурсіи и проч.	141 »	12 »
Всего	5421 р.	12 к.

Постановлено: означенную смѣту утвердить къ исполненію.

27. Членами ревизіонной Комиссіи избраны: *А. І. Бачинскій* и *Ю. В. Вульфъ*.

28. Отказываются отъ баллотировки: *А. П. Сабанѣевъ* — на должность президента, *М. В. Павлова* — на должность секретаря и *Я. В. Самойловъ* — на должность секретаря и хранителя.

29. Въ виду отказа всѣхъ указанныхъ въ засѣданіи Общества 20 ноября сего года кандидатовъ на должность секретаря, г. Президентъ *Н. А. Умовъ* предложилъ указать записками новыхъ кандидатовъ на должность секретаря. По подсчету представленныхъ записокъ оказались предложенными:

Ю. В. Вульфъ	1	голосомъ
А. В. Павловъ	11	голосами
М. В. Павлова	12	»
Я. В. Самойловъ	3	»
В. М. Цебриковъ	1	голосомъ

30. *Ю. В. Вульфъ*, *М. В. Павлова*, *Я. В. Самойловъ* и *В. М. Цебриковъ* отказываются отъ баллотировки.

31. Секретарь *Э. Е. Лейстъ*, указавъ на то, что за отказомъ отъ баллотировки *А. П. Сабанѣева* единственнымъ кандидатомъ на должность президента является *Н. А. Умовъ* и въ уваженіе его высокихъ заслугъ передъ Обществомъ, предложилъ провозгласить *Н. А. Умова* президентомъ Общества безъ баллотировки. Предложеніе это было принято при единодушномъ и оживленномъ общемъ сочувствіи.

32. Баллотировкою на слѣдующее трехлѣтіе избраны:

а) На должность секретаря—*А. В. Павловъ*, получившій 22 избирательныхъ и 5 неизбирательныхъ голосовъ.

б) На должность члена Совѣта—*А. П. Павловъ*, получившій 24 избирательныхъ и 2 неизбирательныхъ голоса.

в) На должность редактора—*М. А. Мензбиръ*, получившій 24 избирательныхъ и 3 неизбирательныхъ голоса.

г) На должность хранителей предметовъ — *В. И. Вернадскій*, получившій 25 избирательныхъ и 1 неизбирательный голосъ, и *Э. Е. Лейстъ*, единогласно.

33. Въ дѣйствительные члены Общества избраны:

а) *Михаилъ Михайловичъ Новиковъ* въ Москвѣ (по предложенію П. П. Сушкина, Н. А. Умова и В. А. Дейнеги).

б) *Алексѣй Николаевичъ Розановъ* въ Москвѣ (по предложенію А. П. Павлова и А. В. Павлова).

34. Къ избранію въ дѣйствительные члены предложенъ *Михаилъ Александровичъ Боголѣповъ* въ Москвѣ (по предложенію А. П. Павлова и А. В. Павлова).

ПРИЛОЖЕНІЯ.

Памяти Альберта Годри.

Маріи Павловой.

Albert Gaudry — Альбертъ Годри.

1827—1908.

Наше Общество лишилось своего почетнаго члена, наша наука — палеонтологія—одного изъ самыхъ великихъ въ настоящее время ея представителей. 16-го ноября не стало Альберта Годри, работавшаго почти 60 лѣтъ въ ея области!

Родился А. Годри въ 1827 г. въ Парижѣ. Онъ былъ сыномъ старшаго адвоката, очень любившаго заниматься естественными науками въ свободныя минуты и пробудившаго въ юномъ сынѣ стремленіе къ изслѣдованіямъ. Съ раннихъ лѣтъ А. Годри началъ работать въ лабораторіяхъ Музея естественныхъ наукъ въ Парижѣ, который былъ тогда единственнымъ святилищемъ этихъ наукъ, и въ 25 лѣтъ онъ былъ уже докторомъ естественныхъ наукъ и вскорѣ отправился на Кипръ съ научной цѣлью. Во время этой поѣздки онъ знакомится съ отложеніями Пикерми, въ Греціи, содержащими кости млекопитающихъ, и, вернувшись въ Парижъ, получаетъ отъ Академіи Наукъ командировку въ Грецію, давшую въ результатѣ богатѣйшія коллекціи. Но эта первая поѣздка, въ 1855 г., вызвала вторую въ 1860 г., послѣ которой Годри приступилъ къ опубликованію матеріала, собраннаго имъ при очень трудныхъ обстоятельствахъ.

Пикерми—небольшая деревенька, расположена въ 20-ти верстахъ отъ Аѳинъ, у подножія гряды Пентеликона, состоящей изъ бѣлаго мрамора. Раскопки производились въ мѣстности пустынной, такъ что приходилось жить въ палаткахъ. Лихорадки нерѣдко отнимали рабо-

чихъ; разливы горныхъ рѣчекъ затопляли раскопки; разбойники нападали на его лагерь. Но молодой ученый не только не падалъ духомъ, но всей душой и всѣмъ умомъ наслаждался открытіями все новыхъ и новыхъ животныхъ остатковъ и чуднымъ небомъ Греціи. Всѣ его описанія Пикерми полны поэзіей! И вотъ уже въ 1862 г. появился большой томъ folio *Animaux fossiles et géologie de l'Attique*, въ 466 стр., и къ нему атласъ прекрасно исполненныхъ 65 таблицъ животныхъ и 10 таблицъ геологическихъ разрѣзовъ и карта Аттики.

Хотя и раньше были описаны нѣкоторыя формы изъ Пикерми Вагнеромъ и др., но это были немногія части животныхъ, едва намекавшія на то, что открыли міру работы А. Годри.

26 родовъ млекопитающихъ самыхъ разнообразныхъ отдѣловъ были воскрешены и предстали почти въ видѣ полныхъ скелетовъ, собранныхъ изъ тысячъ найденныхъ костей, что требовало большого знанія, труда и настойчивости. Кромѣ млекопитающихъ, здѣсь были найдены остатки птицъ, черепахи, пресмыкающихся, раковинъ, и все обработано съ одинаковой тщательностью.

Но не эта тщательность только была цѣлью молодого энтузіаста. Скорѣе она была средствомъ наилучшимъ образомъ изучить данную форму и подмѣтить въ ней признаки, которые связывали ее съ другими формами. Эта связь, эта преемственность формъ, это *enchaînement* — непереводимое по-русски, и было той великой цѣлью, для которой работалъ такъ долго и такъ плодотворно и для которой сдѣлалъ такъ много нашъ великій учитель.

Ужъ самое названіе, которое онъ даетъ нѣкоторымъ изъ млекопитающихъ Пикерми, указываетъ на его направленіе въ работѣ: *Palaeotragus* (древній баранъ), *Eragoceras* (овца-антилопа). Онъ указываетъ на родъ *Ictitherium*, связывающій сем. гіенъ и виверъ. Онъ ищетъ и находитъ ближайшія къ новымъ формамъ въ отложеніяхъ болѣе древнихъ и болѣе новыхъ, чѣмъ Пикерми. И все освѣщаетъ одной идеей—преемственности формъ, ихъ переходомъ отъ болѣе древнихъ къ болѣе позднимъ. Въ немъ живутъ, развиваются и крѣпнутъ идеи S. Hiller'a. Онъ съ убѣжденіемъ ищетъ въ палеонтологіи подтвержденія новаго эволюціоннаго ученія, которое такъ недружелюбно было встрѣчено во Франціи. Но онъ не довольствуется и этимъ.

Богатство фауны, погребенной въ красивыхъ глинахъ Пикерми,

ясно говоритъ изслѣдователю, что фауна эта, жившая въ срединѣ третичнаго періода (въ концѣ міоцена), не могла бы существовать тамъ при теперешней жалкой растительности. Значитъ, тогда и природа здѣсь была иная. Онъ ищетъ, гдѣ же теперь наиболѣе близкая къ вымершей фауна, и находитъ ее въ Африкѣ: слоны, носороги, масса антилопъ и др., хотя въ Пикерми она была богаче и разнообразнѣе.

Годри возстановляетъ картину совмѣстнаго существованія различныхъ животныхъ Пикерми: различныя травоядныя, *антилопы*, *Hipparion* пасутся на обширныхъ лугахъ съ богатой разнообразной растительностью. *Helladotherium* и *жирафы*, близкіе къ нынѣшнимъ, протягиваютъ свои длинныя шеи къ молодымъ листьямъ деревьевъ. *Носороги*, менѣе прихотливые, судя по нынѣ живущимъ, питаются грубыми кустарниками. *Свиньи* роются въ землѣ. *Mastodon* срываетъ плоды съ деревьевъ. *Обезьяны* достаютъ тѣ плоды, до которыхъ не доставалъ хоботъ мастодонта. Миръ и спокойствіе царствуютъ, и тутъ, если и попадаются хищники, которыхъ было сравнительно немного, то одни изъ нихъ, и самый ужасный—*Machairodus*, нападаютъ на самыхъ слабыхъ, старыхъ, которые не могутъ убѣжать по болѣзни или старости, а другіе—*Hyena*, *Symocion*, *Ictitherium*—питаются падалью.

Сравнивая фауну Пикерми съ ископаемыми Cucuron, Eppelsheim, Balhavar въ Европѣ и Sivalik въ Азіи, А. Годри указываетъ на сходство этихъ животныхъ, но не на полное тожество ихъ. Это сходство позволяетъ ему предположить соединеніе континентовъ Европейскаго съ Азіатскимъ и Африканскимъ въ міоценѣ, когда и жили эти животныя; они паслись на обширныхъ лугахъ тамъ, гдѣ теперь находится Архипелагъ. Во время дислокацій, бывшихъ въ концѣ міоцена, по предположенію А. Годри, и вызвавшихъ вторженіе моря между Греціей и Азіей, многія изъ животныхъ, спасаясь отъ наводненій, собирались на горахъ, близкихъ къ Архипелагу. Но они должны были тамъ вскорѣ погибнуть по недостатку пищи и мѣста. Водяные потоки, спускавшіеся съ Пентеликона, встрѣчали ихъ остатки и увлекали въ долину Пикерми, гдѣ они и погребались въ красномъ илѣ, въ которомъ находятся и съ которымъ переслаиваются обломки мрамора и известняковъ съ этихъ горъ.

Конечно, всѣ эти гипотезы стали теперь или старыми истинами, или измѣнились. Но 50 лѣтъ тому назадъ онѣ являлись новыми и смѣ-

лыми предположеніями, такъ же какъ и генетическіе ряды, которые намѣтилъ А. Годри въ этомъ трудѣ. Мы находимъ здѣсь намѣченными развитіе гіенъ, слоновъ, мастодонтовъ, носороговъ, лошадей, свиней, начиная съ древнѣйшихъ, извѣстныхъ тогда третичныхъ формъ и кончая современными. Но нужно сказать, что А. Годри не настаиваетъ на непреложности ихъ. Это—только этапы, черезъ которые должны были пройти извѣстные ряды. Съ нахожденіемъ новыхъ палеонтологическихъ документовъ они могли раздвинуться, даже нѣкоторые—замѣниться болѣе близкими формами. Но идея, положенная въ основаніе, остается и служитъ руководящей для другихъ работниковъ, идущихъ по этому пути!

Я нѣсколько остановилась на этомъ первомъ трудѣ А. Годри. Но въ немъ молодой ученый сдѣлалъ такъ много, намѣтилъ такія задачи, поставилъ такіе вопросы, которые захватили и всѣ его дальнѣйшія работы.

Нѣсколько позже онъ такъ же подробно изучаетъ фауну южной Франціи, департ. *Vocluse*, у подножія M-t Leberon, близъ деревни *Cucuron*. При самомъ тщательномъ изученіи малѣйшихъ остатковъ животныхъ ставятся тѣ же великіе вопросы о генетической связи организмовъ въ предшествующихъ и послѣдующихъ эпохахъ. Эта работа, появившаяся въ 1872 г., дала 13 видовъ млекопитающихъ. Я не буду останавливаться на ней,—это завело бы слишкомъ далеко.

Перейду къ двумъ работамъ А. Годри, напечатаннымъ для популяризаціи его любимой науки. Первая изъ нихъ: *Les enchaînements du Monde Animal* въ трехъ частяхъ: 1) Fossiles primaires, 2) Fossiles secondaires и 3) Mammifères tertiaires, печатавшіяся съ 1875 г. по 1890 г.

Работа эта является, какъ видно изъ заглавія, изложеніемъ развитія, сцѣпленія животныхъ. Написаны эти книги, особенно объ млекопитающихъ, съ такимъ талантомъ, такимъ блескомъ, что онѣ совершенно захватываютъ читателя, не только захватываютъ, но увлекаютъ, заставляютъ полюбить весь этотъ чудный міръ воскрешенныхъ формъ и откликнуться на призывъ идти работать для отысканія истины въ развитіи окружающаго міра.

Вторая популярная книга, тоже обобщающая его изслѣдованія развитія животныхъ, *Les ancêtres de nos animaux*, появилась въ 1888 г. Въ ней А. Годри даетъ resumé работъ въ Пикерми и въ Леберонѣ. И здѣсь все освѣщено философской мыслью. Еще болѣе мысли эти

развиваются въ *Essai de paléontologie philosophique*, появившемся въ 1896 г.

Одновременно съ изученіемъ третичныхъ животныхъ А. Годри печатаетъ, начиная съ 1876 г., *Matériaux pour l'histoire des temps quaternaires*. Въ появившихся 4-хъ выпускахъ авторъ собираетъ все, что извѣстно о животныхъ, существовавшихъ одновременно съ древнимъ человѣкомъ. Онъ даетъ подраздѣленія на: вѣкъ *свайныхъ построекъ*, *в. сѣвернаго оленя*, *в. дилювія*, *в. Cromer* и *Forest bed*. Далѣе идутъ описанія ископаемыхъ млекопитающихъ различныхъ мѣстностей: Mayenne, Rochebertier, гдѣ найдены остатки сайги. Описаніе *Elasmotherium* сдѣлано по остаткамъ, найденнымъ въ Россіи, и А. Годри даетъ первый изображеніе костей этого животнаго по слѣпкамъ съ экземпляровъ нашей Академіи Наукъ (1882 г.). Въ послѣднемъ выпускѣ онъ вмѣстѣ съ его любимымъ ученикомъ, М. Булемъ, который замѣстилъ его по каѳедрѣ палеонтологіи съ 1902 г. въ Музеѣ естественныхъ наукъ, далъ описаніе ископаемыхъ изъ грота Gargas въ Пиринеяхъ; это все хищныя: *Ursus*, *Hemicyon*, *Canis*. И здѣсь, какъ въ предыдущихъ работахъ, все освѣщено идеей эволюціи и изложено тѣмъ чуднымъ поэтическимъ языкомъ, который устраняетъ отъ читателя трудность пониманія, рисуя ясныя, опредѣленныя картины.

Всѣ эти работы Годри снабжены прекрасно исполненными таблицами, вполнѣ ясно передающими характерные признаки костей даннаго животнаго. Я не имѣю возможности останавливаться на всѣхъ работахъ А. Годри. Укажу кратко на нѣкоторыя изъ нихъ и перейду къ послѣднимъ его трудамъ.

Въ статьѣ *Le dryopithèque* (1890) онъ изучаетъ челюсти этой антропоморфной обезьяны изъ міоцена St. Gaudens и сравниваетъ ее съ человѣкомъ.

Въ небольшой замѣткѣ *Les Mastodontes*, A propos de l'animal du Cherichira, 1891, Годри даетъ сравненіе найденнаго близъ Туниса *Mast. angustidens* съ ближайшими къ нему формами, при чемъ въ прекрасной таблицѣ располагаетъ зубы Mastodon съ буграми и гребнями въ два ряда, указывая на постепенное осложненіе тѣхъ и другихъ и на измѣненіе слоновъ отъ средняго міоцена до пліоцена.

Въ сборникѣ, посвященномъ столѣтію Парижскаго Музея естественныхъ наукъ, Годри помѣщаетъ статью *L'éléphant de Durfort*, въ которой даетъ описаніе раскопки и найденнаго скелета *Elephas me-*

ridionalis близъ дер. Дюрфоръ. Сравниваетъ этотъ скелетъ съ другими слонами и указываетъ ихъ генетическую связь, начиная съ пліоцена и кончая нынѣ живущими. Къ статьѣ приложена прекрасная фотографія скелета въ $^1/_{19}$ натуральной величины.

Далѣе, 1901—1903 гг., идетъ рядъ работъ, въ которыхъ сравниваются зубы человѣка съ зубами нѣкоторыхъ животныхъ. Работа о развитіи зубовъ тапира. Работа о ходѣ эволюціи на старомъ и новомъ континентахъ. Поѣздка въ Скалистыя горы во время геологическаго конгресса и многія другія.

До сихъ поръ мы говорили о трудахъ А. Годри, касающихся млекопитающихъ. Укажемъ на одинъ, посвященный изученію *земноводныхъ* изъ пермскихъ слоевъ близъ Autun, во Франціи. Это — *Actinodon*, первая замѣтка о которомъ появилась еще въ 1866 г., послѣ чего былъ собранъ большой матеріалъ и окончательно обработанъ въ 1887 г.

Сравненіе этой формы съ другими земноводными той же эпохи приводитъ А. Годри къ выводу о томъ, что животныя разныхъ странъ, иногда очень отдаленныхъ, проходили сходныя стадіи развитія, отличаясь въ то же время другъ отъ друга многими чертами организаціи. Такъ, *Actinodon* изъ Autun имѣетъ нѣкоторыя сходныя черты съ *Archegosaurus* Пруссіи, *Zygosaurus*—Саксоніи и Россіи, *Platyops*—Россіи, существовавшими на разстояніи $3^1/_2$ тысячъ верстъ отъ центра Франціи; съ *Gondwanosaurus* Индіи — на разстояніи 7 тысячъ верстъ, и *Trimerorhachis* и *Eryops* Техаса, живущихъ болѣе чѣмъ за 8 тысячъ верстъ.

Изучивъ ископаемые остатки *Actinodon*, А. Годри возстанавливаетъ не только его внѣшній видъ, но и его образъ жизни. Это былъ, вѣроятно, хищникъ, коротконогій, съ плоскимъ тѣломъ, маленькими глазами, широкой пастью, снабженной острыми зубами, хвостомъ средней величины.

Во взросломъ возрастѣ онъ дышалъ, вѣроятно, легкими и жилъ больше на сушѣ, чѣмъ въ водѣ. Онъ созданъ былъ, чтобы ползать, имѣя нижнюю поверхность тѣла болѣе прочную. Его покровъ, состоящій изъ многочисленныхъ чешуекъ, обусловливалъ ему свободу боковыхъ движеній; этому способствовали и позвонки, не плотно соединенные. Найденные тутъ же въ большомъ числѣ *копролиты* указываютъ на то, что кишечникъ животнаго былъ снабженъ спиральными заслонками, подобными заслонкамъ нынѣшнихъ *акулъ* и

юрскихъ ихтіозавровъ. Остатки, найденные въ немъ, указываютъ, что *Actinodon* питался ганоидными рыбами, *Paloeoniscus* и др.

Вотъ опять передъ нами не голое описаніе ископаемыхъ остатковъ, а живое существо со всѣми признаками жизни и окружающими его условіями. Правъ былъ его ученикъ, М. Буль, сказавшій, что до Годри палеонтологія была наукой вымершаго, а съ А. Годри она стала наукой жизни!

А. Годри принималъ дѣятельное участіе еще въ 1859 г. въ розыскахъ древняго человѣка и розыскалъ съ упорной настойчивостью въ St. Acheul несомнѣнныя кремневыя орудія, свидѣтельствующія о существованіи тутъ человѣка въ древнихъ плейстоценовыхъ слояхъ.

Мнѣ остается сказать о послѣдней работѣ Годри—объ его лебединой пѣснѣ.

Раскопки, которыя дѣлались въ послѣдніе годы въ Патагоніи, Амечино и Морено, дали въ результатѣ необычайное богатство новыхъ, совершенно не существующихъ на нашемъ континентѣ формъ. А. Годри заинтересовался ими, и уже въ 1904 г. появилась его замѣтка о зубахъ нѣкоторыхъ изъ *патагонскихъ* формъ. Но ему кажется недостаточнымъ изучать чужой матеріалъ; онъ обращается къ г. Tournoiier, занимающемуся скотоводствомъ въ Мендозѣ (Патагонія) и такъ увлекаетъ его разсказами объ ископаемыхъ сокровищахъ Патагоніи, напоминаетъ ему объ его отцѣ, тоже сильно заинтересовавшемся когда-то эволюціей животныхъ, что Tournoiier предпринимаетъ громадныя раскопки, и любимый музей Годри обогащается такими сокровищами, которыя даютъ ему возможность изучать детально эти удивительныя твари. Я помню восторгъ, съ какимъ онъ писалъ мнѣ объ этомъ радостномъ для него появленіи животныхъ Патагоніи въ его музеѣ (Jardin des plantes).

Описаніе этихъ формъ было сдѣлано Амечино, Морено, Лидеккеромъ и др., но говорить здѣсь о нихъ не мѣсто. Но А. Годри подошелъ къ нимъ съ другой стороны, остававшейся раньше совершенно неосвѣщенной. Онъ изучаетъ въ 1906 г. *положеніе тѣла* различныхъ животныхъ. А такъ какъ положеніе это зависитъ отъ строенія конечностей, то онѣ и являются главнымъ детальнымъ объектомъ сравненія. Онъ различаетъ у этихъ удивительныхъ животныхъ (большею частью копытныхъ) три типа конечностей. 1) У *Pyrotherium* и *Astrapotherium* (какъ у нашихъ хоботныхъ) ноги толстыя, почти прямыя; ступня ихъ не сгибается. Главная функція этихъ конечно-

стей состояла въ томъ, чтобы дать крѣпкую опору тяжелому тѣлу. Этихъ животныхъ Годри называетъ *Rectigrades* (прямоходящими). 2) Другія—*подвижныя*—*Flexigrades*, являютъ прогрессъ въ дѣятельности конечностей. И дѣятельность эта можетъ быть двухъ родовъ: a) у однихъ конечности служили только для движенія и касались земли только среднимъ пальцемъ. Это—*Digitigrades*—*пальцеходящіе*: *Theozodon*, *Proterotherium*; b) у другихъ переднія конечности служили не только для хватанія, но и для рытья и схватыванія; и когда животныя употребляли ихъ для хватанія, вся тяжесть тѣла ложилась на заднія ноги, и животное должно было упираться на всю стопу, животное становилось *стопоходящимъ*—*Plantigrades*.

Эти приспособленія дѣлались не сразу, и вотъ эти-то *переходныя* формы отъ однѣхъ конечностей къ другимъ и составляютъ большое очарованіе для палеонтологовъ, по словамъ А. Годри, такъ какъ они позволяютъ ему присутствовать при медленныхъ измѣненіяхъ жизни. Измѣненія эти изучены съ увлекательной подробностью А. Годри. Масса рисунковъ, чертежей замѣняетъ съ успѣхомъ оригиналы, и, читая эти описанія, дѣйствительно присутствуешь при таинствахъ эволюціи.

Въ слѣдующемъ выпускѣ, 1906 г., съ такой же тщательностью изучена геологія Патагоніи, среда, въ которой жили эти животныя. Наконецъ, въ послѣднемъ выпускѣ, озаглавленномъ *De l'économie dans la Nature*, 1908 г., А. Годри сравниваетъ разные признаки формъ сѣвернаго и южнаго полушарія и находитъ нѣкоторые изъ нихъ очень схожими у животныхъ даже очень различныхъ. Нѣкоторыя формы соединяютъ признаки, которые мы привыкли считать характерными для совершенно различныхъ формъ. Онъ видитъ экономію природы въ этомъ частичномъ приспособленіи отдѣльныхъ органовъ безъ коренного измѣненія организма. Для примѣра онъ беретъ *Nesodon*, который соединяетъ признаки очень различныхъ животныхъ, съ которыми онъ не могъ имѣть родства, а пріобрѣлъ эти признаки благодаря различнымъ условіямъ, при которыхъ ему приходилось измѣнять различные органы или части ихъ.

Если А. Годри привлекало и поражало разнообразіе формъ, то еще болѣе восхищало единство творенія — его enchaînement — органическаго міра!

Эту послѣднюю работу я получила, не зная еще, что А. Годри уже нѣтъ въ живыхъ. Прочитавъ ее съ восторгомъ, я писала ему,

благодаря за присылку ея, и въ этотъ моментъ получила извѣстіе отъ его друга и ученика, М. Буля, о томъ, что не стало нашего дорогого учителя!

Давъ краткій обзоръ научнымъ трудамъ Альберта Годри, мнѣ бы хотѣлось сказать еще нѣсколько словъ о немъ, какъ объ организаторѣ музея, какъ о лекторѣ и человѣкѣ. Но это почти невозможно раздѣлить. Я была свидѣтельницей въ Парижѣ, когда ему удалось выстроить временную галлерею для ископаемыхъ, разсѣянныхъ до того времени въ различныхъ помѣщеніяхъ. И какъ онъ былъ счастливъ, что могъ объединить свои сокровища даже въ такомъ жалкомъ помѣщеніи! Но когда ему удалось выстроить дворецъ для воскрешенныхъ обитателей исчезнувшихъ міровъ, онъ, не зная устали, хлопоталъ объ наилучшемъ ихъ распредѣленіи. И дѣйствительно, закончивъ это, онъ могъ съ гордостью показывать все свое необъятное царство. А показывать, помогать всякому, кто приходилъ къ нему, онъ любилъ и умѣлъ. Его обширный умъ, освѣщенный удивительною мягкостью, дѣлалъ его дорогимъ и любимымъ всякому, кто сталкивался съ нимъ. Лекціи А. Годри были такъ же ясны, просты, содержательны, какъ и его работы; и, уходя съ нихъ, чувствовалось обогащеніе новыми и новыми познаніями и не чувствовалось усталости; воспринималось все замѣчательно легко.

Любили его не только ученики его, но и уже извѣстные, великіе ученые испытывали то же влеченіе, что отчетливо выражалось на конгрессахъ, гдѣ А. Годри занималъ всегда почетное мѣсто, и въ Академіи Наукъ Парижа, гдѣ онъ былъ президентомъ въ 1902 г.

Передъ такой силой ума, не ослабѣвшей до 80-тилѣтняго возраста, передъ такой добротой сердца можно только преклониться, тѣмъ болѣе тому, кто имѣлъ счастье пользоваться его дружескими отношеніями въ теченіе многихъ лѣтъ.

Періодичность вулканическихъ явленій на землѣ.

М. А. Богольпова.

Вопросъ о періодичности явленій вулканизма поднятъ былъ въ наукѣ еще въ половинѣ XIX в. и неоднократно возникалъ въ позднѣйшее время, однако, по общему признанію, удовлетворительнаго разрѣшенія до сихъ поръ не получилъ. Во вновь вышедшемъ трудѣ

итальянскаго геолога Mercalli «Vulcani attur della Terra» приведена лѣтопись изверженій, которая послужила докладчику основнымъ матеріаломъ.

Пятилѣтнія среднія числа изверженій даютъ кривую, на которой ясно видимы волны со средней періодичностью $11,_8$ лѣтъ.

Десятилѣтнія среднія даютъ кривую, въ которой видимы волны 2-хъ высшихъ порядковъ, точно установить которые не представляется возможнымъ, такъ какъ одинъ изъ этихъ періодовъ принадлежитъ вѣроятно къ вѣковымъ, другой же повторяется, повидимому, трижды въ столѣтіе.

Затѣмъ весь матеріалъ былъ распредѣленъ по широтнымъ поясамъ такимъ образомъ: I поясъ—изверженія между 10° ю. ш. и 10° с. ш.; II поясъ — отъ 10° с. ш. до 30° с. ш.; III поясъ — отъ 30° с. ш. до 50° с. ш. и IV поясъ—отъ 50° с. ш. до 70° с. ш.

Четыре кривыхъ, соотвѣтственно этимъ поясамъ, показываютъ послѣдовательное смѣщеніе *max.* волнъ двухъ высшихъ порядковъ: въ поясѣ 10° ю. ш. — 10° с. ш. *max.* приходится на 40-е годы XIX вѣка; въ поясѣ 10°—30° с. ш. *max.* приходится на 50-е годы; въ поясѣ 30°—50° с. ш. *max* приходится на 70-е годы, и, наконецъ, въ поясѣ 50°—70° с. ш. *max.*, повидимому, еще не наступалъ. Что касается южнаго полушарія, то въ поясѣ отъ 10° ю. ш. до 30° ю. ш. *max.* смѣщенъ также на 70-е годы (для высшихъ широтъ южнаго полушарія нѣтъ матеріала).

Раздѣленіе вулкановъ земли на 10-тиширотные пояса показываетъ то же явленіе и, кромѣ того опредѣляется поясъ вулканическаго затишья между 0°—10° с ш.

Такимъ образомъ устанавливается принципъ *періодичности изверженій въ порядкѣ широтъ отъ 0°—10° ю. ш. къ югу и сѣверу.*

Чтобы убѣдиться въ правильности этого принципа, необходимо наблюдать то же явленіе при періодичности I и II порядка (то-есть $3,_8$ года и $11,_8$ лѣтъ), но вулканы распредѣлены по широтамъ земли не равномѣрно. Поэтому была приведена таблица землетрясеній въ западномъ материкѣ, простирающемся по обѣ стороны экватора (1865—84 г., по Фуксу).

Въ результатѣ мы наблюдаемъ явленіе очень сходное съ изверженіями: *max.* 11-лѣтней волны передвинулся въ теченіе 9 лѣтъ съ пояса 0°—10° с. ш. въ поясъ 40°—50° с. ш., послѣ чего во всей Сѣверной Америкѣ насталъ *min.* землетрясеній. Второй *max.* мы уже

наблюдаемъ въ началѣ 80-хъ годовъ, совпадающій съ 11-лѣтнимъ *max*. вулканической дѣятельности по всей землѣ.

Своеобразныя теченія на солнцѣ отъ экватора къ сѣв. и югу при соотвѣтствующемъ перемѣщеніи центровъ образованія солнечныхъ пятенъ (по наблюденіямъ многихъ изслѣдователей) и нѣкоторыя другія явленія періодичности въ солнечной системѣ даютъ намъ возможность высказать гипотезу о пульсаціи земной магмы со сложной періодичностью. Въ результатѣ въ мѣстахъ пониженія упругости магмы происходятъ разломы земной коры со всѣми послѣдствіями. Отсюда—періодичность явленія землетрясеній и изверженій.

ГОДИЧНЫЙ ОТЧЕТЪ

Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы

за 1907—1908 годъ

секретаря Общества, В. Д. Соколова.

Сто третій годъ существованія Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы протекъ при крайнемъ стѣсненіи въ матеріальномъ отношеніи, вслѣдствіе значительныхъ задержекъ въ полученіи обычнаго ежегоднаго пособія, выдаваемаго Правительствомъ на его содержаніе. При общей скудости средствъ Общества, обстоятельство это, имѣющее, несомнѣнно, лишь временное значеніе, было весьма чувствительно для него. Въ остальномъ жизнь его шла нормальнымъ порядкомъ.

По примѣру предшествовавшихъ лѣтъ Общество и въ отчетномъ году продолжало поддерживать и расширять свои сношенія какъ съ отдѣльными лицами, трудящимися на поприщѣ естествознанія, такъ и съ учеными учрежденіями и Обществами всѣхъ европейскихъ и многихъ внѣевропейскихъ странъ, производя со всѣми ими дѣятельный обмѣнъ изданіями.

Посылкою привѣтственныхъ адресовъ, писемъ и телеграммъ Общество приняло участіе въ празднованіяхъ: 16 октября 1907 года—юбилея Сѣверо-Китайскаго Отдѣла Royal Asiatic Society въ Шанхаѣ, 20—30 декабря того же года—торжественнаго чествованія памяти *Д. И. Менделѣева* при Первомъ Менделѣевскомъ Съѣздѣ по общей и прикладной химіи въ Пе-

тербургѣ, 11 января 1908 года—открытія новаго института Physikalischer Verein въ Франкфуртѣ-на-Майнѣ, 4 февраля того же года—двадцатипятилѣтія предсѣдательствованія въ Метеорологической Комиссіи Императорскаго Русскаго Географическаго Общества проф. *А. И. Воейкова*, 19 того же февраля—двадцатипятилѣтія научной и педагогической дѣятельности проф. *С. Г. Навашина* въ Кіевѣ, 28 того же мѣсяца—двадцатипятилѣтія профессорской дѣятельности Prof. Dr. *K. Goebel* въ Мюнхенѣ и 13 сентября текущаго года—пятидесятилѣтія служебной дѣятельности академика *А. С. Фаминцина*.

Чрезъ своего представителя, д. ч. Общ., *В. А. Тихомирова*, Общество приняло участіе въ торжественномъ празднованіи двухсотлѣтія существованія Московскаго Генеральнаго Императора Петра I Военнаго Госпиталя, состоящемся 21 ноября 1907 года.

4 апрѣля 1908 года, чрезъ своихъ представителей: г. президента, *И. А. Умова*, и г. секретаря, *Э. Е. Лейста*, Общество приняло участіе въ торжественномъ засѣданіи Московскаго Математическаго Общества, посвященномъ памяти *В. Я. Цингера*.

Представительство Общества на XIV Археологическомъ Съѣздѣ въ г. Черниговѣ было возложено на проф. *А. П. Павлова* и *В. Д. Соколова*.

Представителемъ Общества въ Магнитной Комиссіи при Императорской Академіи Наукъ былъ избранъ *Э. Е. Лейстъ*.

Въ отчетномъ году Обществомъ подъ редакціей проф. *М. А. Мензбира* и *А. И. Кронеберга* были изданы: «Bulletin» № 4 за 1907 годъ и «Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи», Отдѣлъ зоологическій, вып. VIII.

Въ означенныхъ изданіяхъ, снабженныхъ многочисленными рисунками и чертежами, были помѣщены слѣдующія статьи:

По геофизикѣ.

Э. Е. Лейстъ.—Объ электрическихъ наблюденіяхъ въ Туркестанѣ при солнечномъ затменіи въ январѣ 1907 года.

Онъ-же. — Метеорологическія наблюденія въ Москвѣ за 1907 годъ.

По кристаллографіи.

Н. И. Сургуновъ.—О кристаллической формѣ и оптическихъ свойствахъ метиловаго эфира пинокамфилксантогеновой кислоты.

По минералогіи.

С. П. Поповъ.—Матеріалы для минералогіи Крыма. VII. Минералы Аюдага.

По палеонтологіи.

A. Missuna.—Ueber eine neue Edestus-Art aus den Karbon-Ablagerungen der Umgebungen von Kolomna.

По ботаникѣ.

F. Bucholtz.—Zweiter Nachtrag zur Verbreitung der Hypogaeen in Russland.

По зоологіи.

В. Н. Родзянко.—Записка о Torymidae, личинки которыхъ живутъ внутри сѣмянъ Pomaceae.

П. П. Сушкинъ.—Птицы Средней Киргизской степи.

Кромѣ того, въ приложеніяхъ къ отдѣльно издаваемымъ протоколамъ засѣданій Общества были напечатаны:

1) Правила по составленію, храненію, пользованію и расходованію запаснаго капитала Общества.

2) *А. П. Ивановъ.*—Новыя данныя по геологіи Московской губерніи.

3) *Онъ-же.*—Замѣчанія къ докладу А. А. Чернова о геологическихъ условіяхъ залеганія печорской нефти.

4) *М. А. Ракузинъ.*—Опытъ физико-химической теоріи опредѣленія геологическаго возраста нефтей.

5) *В. Д. Соколовъ.*—Матеріалы по геологіи ферганскихъ мѣсторожденій нефти.

6) *П. В. Сюзевъ.*—Краткій отчетъ о геоботаническихъ изслѣдованіяхъ въ 1906 и 1907 годахъ въ предѣлахъ Пермской губерніи.

7) *В. А. Тихомировъ.*— Гликогенъ нѣкоторыхъ сумчатыхъ грибовъ (Ascomycetes) въ смыслѣ микрохимическаго значенія реакціи фениль-гидрозина на углеводы вообще.

Въ отчетномъ году Общество имѣло одно годичное, восемь очередныхъ и одно чрезвычайное засѣданіе.

Въ годичномъ засѣданіи Общества:

1. Г. секретарь, *Э. Е. Лейстъ*, прочелъ отчетъ о дѣятельности Общества за 1906—1907 годъ.

2. *Д. Н. Прянишниковъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Либиховскій законъ минимума въ приложеніи къ условіямъ русскаго земледѣлія».

3. *М. И. Голенкинъ* сдѣлалъ сообщеніе: «Новыя ботаническія работы по наслѣдственности».

Въ очередныхъ засѣданіяхъ Общества, помимо разсмотрѣнія текущихъ дѣлъ, были сдѣланы слѣдующія сообщенія:

По физикѣ.

М. А. Ракузинъ.—Дальнѣйшее развитіе вопроса о поляриметріи нефтей.

Л. В. Цебрикова.—Нѣкоторыя данныя къ изслѣдованію вольтовой дуги между металлическими электродами.

По химіи.

В. И. Вернадскій.—О составѣ берилловъ и распространеніи цезія въ природѣ.

По кристаллографіи.

В. И. Вернадскій.—О кристаллической энергіи.

Ю. В. Вульфъ.—Нѣкоторыя свойства пространственныхъ рѣшетокъ.

Онъ-же.—Къ вопросу о природѣ веществъ, дающихъ такъ называемые жидкіе кристаллы.

По геологіи.

А. Д. Архангельскій.—О верхнемѣловыхъ слояхъ Южнаго Поволжья.

А. П. Ивановъ.— Новыя данныя по геологіи Московской губерніи.

Онъ-же.—О происхожденіи темныхъ глинъ южно-русскихъ нефтяныхъ мѣсторожденій.

А. Б. Миссуна.—О новой находкѣ Edestus въ окрестностяхъ г. Коломны.

А. П. Павловъ.—Нѣкоторыя новыя данныя по тектоникѣ притиманской части Печорскаго края.

М. А. Ракузинъ.—Опытъ физико-химической теоріи опредѣленія геологическаго возраста нефтей.

Онъ-же.—О значеніи физическихъ методовъ изслѣдованія для ученія о генезисѣ нефтей.

В. Д. Соколовъ.—Матеріалы по геологіи ферганскихъ мѣсторожденій нефти.

А. А. Черновъ.—О геологическихъ условіяхъ залеганія печорской нефти.

По физіологіи.

В. М. Данчакова.—О желточномъ мѣшкѣ птицъ, какъ кроветворномъ органѣ.

По ботаникѣ.

В. В. Алехинъ.—О цѣлинной степи въ Курской губерніи.

Е. И. Карньева.—Gentiana lutea L. Альпъ Савои.

Она-же.—Къ біологіи Nostoc pruniforme и Fucus serratus.

В. А. Тихомировъ.—Гликогенъ нѣкоторыхъ сумчатыхъ грибовъ (Ascomycetes) въ смыслѣ микрохимическаго значенія реакціи фениль-гидрозина на углеводы вообще.

Онъ-же.—Гликогенъ и микоза грибовъ вообще.

Въ чрезвычайномъ засѣданіи, согласно утвержденному Обществомъ порядку разсмотрѣнія сочиненій, представляемыхъ для соисканія преміи имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* и относящихся къ конкурсу вопросовъ, былъ рѣшенъ вопросъ о присужденіи означенной преміи по восьмому конкурсу. За непредставленіемъ на него ни одного сочиненія и на основаніи § 5 Правилъ по соисканію этой преміи Общество признало сочиненіе д. ч. Общ., *А. А. Ячевскаго*: «Микологическая

флора Европейской и Азіатской Россіи. Т. II. Слизевики», достойнымъ преміи имени *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ* въ половинномъ размѣрѣ. Вмѣстѣ съ этимъ, Общество постановило для девятаго конкурса по соисканію названной премія объявить слѣдующую тему:

Водоросли Средней Россіи.

Размѣръ преміи опредѣленъ въ *пятьсотъ* руб.

Въ конкурсѣ могутъ участвовать только русскіе ученые, какъ состоящіе членами Общества, такъ и постороннія ему лица.

Сочиненія могутъ быть написаны на русскомъ, французскомъ, нѣмецкомъ или латинскомъ языкахъ и представлены либо въ рукописяхъ, либо напечатанными.

Сочиненія должны быть представлены къ 1 декабря 1910 г.

Присужденіе преміи будетъ объявлено въ годичномъ засѣданіи Общества 3 октября 1911 года.

Въ отчетномъ году конкурсъ по соисканію преміи имени *Н. А. Головкинскаго*, учрежденной при Обществѣ на счетъ пожертвованія со стороны Таврическаго Губернскаго Земства, въ виду того, что на него не было представлено ни одного сочиненія, и за отсутствіемъ работъ, достойныхъ означенной преміи, признанъ несостоявшимся. Въ виду этого, Общество постановило снестись съ Таврическимъ Губернскимъ Земствомъ по вопросамъ: 1) не угодно ли ему будетъ снова повторить конкурсъ съ оставленіемъ той же темы—«Третичныя отложенія Таврической губерніи и ихъ водоносность», какъ наиболѣе, по мнѣнію Общества, соотвѣтствующей интересамъ Земства, и тѣхъ же условій, назначивъ срокомъ представленія сочиненій на конкурсъ 1 сентября 1909 года, и 2) въ случаѣ несогласія на это, не угодно ли будетъ Земству сумму, ассигнованную на премію имени *Н. А. Головкинскаго*, оставить въ распоряженіи Общества, съ тѣмъ чтобы оно, намѣтивъ опредѣленную задачу, связанную съ разработкою вышеуказанной темы, командировало для разрѣшенія ея, подъ своимъ руко-

водствомъ и контролемъ, соотвѣтствующее лицо, обязанное отчетомъ передъ Обществомъ.

Отвѣта отъ Таврическаго Губернскаго Земства на означенные вопросы въ отчетномъ году Обществомъ не было получено.

Еще въ 1904 году Общество остановилось на мысли учредить путемъ всероссійской подписки капиталъ имени своего незабвеннаго основателя, *Г. И. Фишера фонъ-Вальдгеймъ*, съ тѣмъ, чтобы изъ % съ этого капитала были выдаваемы преміи за лучшія сочиненія по естествознанію, и съ этою цѣлью возбудило надлежащее ходатайство. По поводу этого предположенія Министерство Народнаго Просвѣщенія въ 1904 году сообщило, что, согласно отзыву Министерства Внутреннихъ Дѣлъ, въ виду чрезвычайныхъ обстоятельствъ, вызванныхъ событіями на Дальнемъ Востокѣ, оно полагаетъ несвоевременнымъ удовлетворить соотвѣтствующее ходатайство Общества. Въ настоящее время Общество снова постановило повторить его, сдѣлавъ подписку на этотъ предметъ не только всероссійской, но и международной.

Совѣтъ Общества имѣлъ пять засѣданій, посвященныхъ хозяйственнымъ дѣламъ и предварительному обсужденію наиболѣе важныхъ текущихъ дѣлъ Общества.

Вѣрное основнымъ задачамъ своей научной дѣятельности, Общество и въ отчетномъ году оказывало посильное содѣйствіе изученію Россіи въ естественно-историческомъ отношеніи и съ этою цѣлью, по мѣрѣ возможности, помогало какъ своимъ членамъ, такъ и стороннимъ лицамъ, находящимся въ сношеніи съ нимъ, въ ихъ экскурсіяхъ и изслѣдованіяхъ во многихъ мѣстностяхъ Россійской Имперіи. При содѣйствіи и участіи Общества предприняли:

Геофизическія изслѣдованія.

1. *Э. Е. Лейстъ*—въ Курской губерніи.

Геологическія изслѣдованія.

2. *М. М. Васильевскій* и *А. А. Стояновъ*—въ Восточномъ (Китайскомъ) Туркестанѣ.

3. *А. Б. Миссуна*—въ Таврической губерніи.

4. *А. П. Павловъ*—въ Екатеринославской, Подольской и Херсонской губерніяхъ.

Ботаническія изслѣдованія.

5. *Н. И. Кузнецовъ*—въ Московской губерніи.

6. *А. Н. Петунниковъ*— » »

7. *Н. Ѳ. Слудскій*—въ Пермской и Уфимской губерніяхъ.

8. *Д. П. Сырейщиковъ*—въ Московской губерніи.

9. *А. А. Хорошковъ*— » » »

Зоологическія изслѣдованія.

10. *В. Б. Баньковскій*—въ Тифлисской губерніи.

11. *В. Н. Бостанжогло*—въ Среднемъ и Нижнемъ Поволжьѣ.

12. *А. Н. Карамзинъ*—въ Уфимской губерніи.

13. *Г. И. Поляковъ*—въ Московской губерніи.

14. *В. В. Станчинскій*—въ Орловской и Смоленской губерніяхъ.

Находящійся въ распоряженіи Общества одинъ рабочій столъ на Мурманской Біологической Станціи Императорскаго С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей въ отчетномъ году былъ предоставленъ *К. И. Мейеру*.

Содѣйствуя научнымъ работамъ названныхъ лицъ, Общество обращалось съ просьбою о выдачѣ имъ разрѣшительныхъ свидѣтельствъ, открытыхъ предписаній и листовъ ко многимъ оффиціальнымъ лицамъ и учрежденіямъ, при чемъ ходатайства Общества были уважены: Управленіями Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ—Московско-Тверскимъ, Курско-Орловскимъ, Самарско-Уральскимъ и Уфимскимъ, временнымъ генералъ-губернаторомъ Тифлисской губерніи и Закатальскаго округа, губернаторами—Екатеринославскимъ, Курскимъ, Московскимъ, Орловскимъ, Подольскимъ, Смоленскимъ и Уфимскимъ, а также губернскими и уѣздными земскими управами—Александрійской, Александровской, Болховской, Брянской, Владимірской, Дми-

тровской, Елецкой, Елизаветградской, Кромской, Ливенской, Малоархангельской, Подольской, Смоленской, Сѣвской, Трубчевской, Уфимской и Херсонской, за что Общество и приноситъ имъ свою глубокую благодарность.

Помимо содѣйствія вышеуказанныхъ оффиціальныхъ лицъ и учрежденій, нѣкоторые изъ экскурсантовъ Общества встрѣтили особыя предупредительность и сочувствіе со стороны частныхъ лицъ, дѣятельно содѣйствовавшихъ успѣшному выполненію предпринятыхъ ими научныхъ работъ. Общество считаетъ пріятнымъ долгомъ выразить всѣмъ такимъ лицамъ свою глубокую признательность за ихъ безкорыстное вниманіе къ его научнымъ интересамъ.

Многія лица, предпринимавшія въ отчетномъ году при участіи и содѣйствіи Общества экскурсіи съ ученою цѣлью, а равно нѣкоторые изъ гг. членовъ Общества доставили слѣдующія краткія свѣдѣнія о результатахъ своихъ изслѣдованій:

М. М. Васильевскій и топографъ *В. Н. Преображенскій* съ штейгеромъ и переводчикомъ выѣхали 26 іюня изъ г. Ошъ по большому караванному пути въ Кашгаръ. Въ пограничномъ укрѣпленіи Иркыштамѣ ихъ нагнали остальные участники экспедиціи: *А. А. Стояновъ* и *П. М. Васильевскій*. По дорогѣ въ Кашгаръ были осмотрѣны мѣсторожденія мѣди, каменнаго угля и выходы нефти въ отрогахъ южнаго склона горъ Кокъ-танъ. По прибытіи въ Кашгаръ, было рѣшено сосредоточить работы въ золотоносныхъ областяхъ средняго Куэнь-луня, и потому 18 іюля экспедиція выступила изъ Кашгара по дорогѣ въ Хотанъ. Дальнѣйшій маршрутъ экспедиціи предполагается слѣдующій: изъ г. Хотана къ SO черезъ хребетъ Тэкэликъ-ташъ на золотые пріиски Кара-ташъ (по рѣкѣ Хаши-дарья) и отсюда по предгорью сѣвернаго склона средняго Куэнь-луня къ пріискамъ Соургакъ (по рѣкѣ Ніядарья) и если позволитъ время, то и дальше.

Н. И. Кузнецовъ, намѣчая планъ работъ на весну и лѣто 1908 г., поставилъ себѣ слѣдующія цѣли: 1) ознакомиться съ растительностью озеръ и болотъ въ Богородскомъ, Судогод-

скомъ и Суздальскомъ уѣздахъ; 2) изучить сорную растительность посѣвовъ въ Александровскомъ и частью въ Юрьевскомъ, Суздальскомъ и Покровскомъ уѣздахъ, и 3) изучать растительныя сообщества Покровскаго уѣзда съ нанесеніемъ ихъ на карту, при чемъ всѣ эти работы являлись продолженіемъ изслѣдованій, начатыхъ ранѣе.

Въ Богородскомъ уѣздѣ была обслѣдована довольно большая озерная область въ предѣлахъ между 8°12′ и 8°28′ вост. дол. (отъ Пулкова) и 55°52′ и 56° сѣв. широты. Вся эта область, перерѣзанная въ западной части рѣкой Шерной (притокъ Клязьмы), представляетъ равнину съ небольшими на ней возвышеніями — «гривами», покрытую лѣсами и болотами, среди которыхъ разбросаны многочисленныя озера и рѣдкія деревни. Преобладающимъ типомъ лѣсовъ являются лѣса смѣшанные (сосна, береза, ель, осина) и только на гривахъ встрѣчаются чистые сосновые лѣса, да въ полосѣ, ближайшей къ р. Шернѣ. Всѣ эти лѣса, за исключеніемъ сухоборовъ на гривахъ, болѣе или менѣе сильно заболочены и почти всегда переходятъ въ болота, то открытыя, то заросшія сосной. Преобладаютъ изъ болотъ—сфагновыя, но въ восточной части полосы, у озеръ: Линево, Сальковское, Гозьбуже, довольно большое пространство занято политрихо-сфагновыми болотами съ чрезвычайно рѣдкой на нихъ древесной растительностью. Большинство озеръ — лѣсныя, съ низкими, ровными, сильно заболоченными берегами, и только въ южной части области, да къ западу отъ р. Шерны находятся озера долиннаго или борового типа, расположенныя въ болѣе или менѣе глубокихъ впадинахъ. Почти всѣ лѣсныя озера отличаются небольшой глубиной (не болѣе 8 метровъ) иногда при довольно большихъ ихъ размѣрахъ (оз. Бѣлое 38 десятинъ), и слабой прозрачностью воды; тогда какъ озера другого типа, при небольшихъ размѣрахъ (самое большое оз. Свѣтлое въ 8—9 десят.), имѣютъ значительную глубину (до 20 метровъ) и высокую прозрачность воды (до 5 метровъ). Эта разница сказывается и на составѣ растительности какъ прибрежной, такъ и водной. Въ озерахъ

борового и долиннаго типа встрѣчаются виды, которыхъ нѣтъ въ лѣсныхъ озерахъ (*Ceratophyllum*, разные виды *Potamogeton*, *Glyceria spectabilis*, *Bekkmania*, *Rumex maritimus* и др.). Въ отношеніи богатства дичью и рыбой всѣ озера одинаковы и, судя по разсказамъ мѣстныхъ жителей и по личнымъ наблюденіямъ, эти богатства очень велики. Утки цѣлыми стаями перелетаютъ съ мѣста на мѣсто, почти не пугаясь человѣка, въ воздухѣ то и дѣло раздается звонкій крикъ журавлей и время отъ времени пролетаютъ ихъ вереницы, въ лѣсахъ много тетеревовъ и рябчиковъ, встрѣчаются лоси. Рыба разнообразныхъ породъ въ изобиліи, но взять ее очень трудно: дно озеръ сильно заиловано, завалено пнями, деревьями и т. п. Какъ особенность, нужно отмѣтить обиліе раковъ въ оз. Свѣтломъ. Почти всѣ озера, особенно лѣсныя, находятся въ той или другой стадіи зарастанія, и каждое изъ нихъ, какъ въ этомъ отношеніи, такъ и въ нѣкоторыхъ другихъ, имѣетъ свои особенности, но нѣкоторыя представляютъ прямо-таки исключительный интересъ. Таковы озера: Луково, Боровое и Свѣтлое.

Особенность Лукова озера въ его строеніи. Долиннаго типа, оно расположено среди полей, въ 8—9 верстахъ отъ г. Богородска, и представляетъ нѣсколько растянутый кругъ. Среди озера большой островъ, лежащій на слоѣ торфа. Почва острова песчаная, глина есть только въ сѣверной части его. Посреди острова другое озеро, уровень воды котораго лежитъ аршина на 2 выше уровня перваго. Такимъ образомъ, Луково озеро представляетъ 2 озера, совершенно обособленныя другъ отъ друга. Эта обособленность сказывается и въ качествѣ воды—прозрачность ея въ наружномъ озерѣ до 90 сантиметровъ, а во внутреннемъ—лишь 40 сантиметровъ,—и въ растительности—во внѣшнемъ озерѣ находимъ входящими въ воду *Bekkmania*, *Glyceria spectabilis*, *Alisma*, а на поверхности масса водорослей, тогда какъ во внутреннемъ въ воду входятъ почти исключительно осоки, а водорослей нѣтъ.

Боровое и Свѣтлое озера отличаются своей глубиной—для перваго 13 метровъ, при прозрачности воды въ 2 метра, для

второго 20 метровъ, при прозрачности воды въ 5 метровъ. Такая большая глубина, при небольшихъ размѣрахъ озеръ, даетъ очень быстрый уклонъ дна, а потому озера эти представляются какъ бы воронками. Вода отличается очень пріятнымъ вкусомъ, а по отношенію къ водѣ оз. Свѣтлаго въ мѣстномъ населеніи существуетъ увѣренность въ ея цѣлебныхъ свойствахъ. Особенность растительнаго міра оз. Свѣтлаго заключается въ роскошно развитыхъ подводныхъ заросляхъ изъ *Ceratophyllum*, *Chara*, видовъ рдеста и въ присутствіи у воды *Rumex maritima*. Всѣ эти озера вполнѣ доступны, такъ какъ лежатъ у самыхъ дорогъ (не дальше 14—15 верстъ отъ г. Богородска) и берега ихъ не заболочены.

Другая область озеръ была обслѣдована въ Судогодскомъ уѣздѣ, Владимірской губерніи, въ западной его части. Тутъ между рр. Полей и Бужей лежатъ озера: Большое и Малое Замошныя, Исихра, Котлино—черезъ послѣднія два протекаетъ р. Бужа,—и озера Бѣловодь, Карась I, Карась II и Суехра,—послѣднія три въ предѣлахъ Владимірскаго уѣзда. Всѣ эти озера, за исключеніемъ Бѣловоди и Карасей, лѣсного типа: у нихъ низкіе, ровные, сильно заболоченные берега, то поросшіе лѣсомъ, то только травянистой растительностью. Они велики по размѣрамъ, но мелки (не глубже 4 метровъ), прозрачность воды около $^3/_4$ метра, рыбой богаты, но она почти недоступна. Совсѣмъ другую картину представляютъ озера Бѣловодь и Караси, напоминая озера Боровое и Свѣтлое въ Богородскомъ уѣздѣ, при чемъ глубина озера Бѣловодь достигаетъ 25 метровъ при прозрачности воды въ $5^1/_2$ метровъ. Напоминая во многомъ названныя озера, Бѣловодь рѣзко отличается отъ нихъ качествомъ своей воды и растительностью. Чистая, прозрачная на видъ, не дающая ни малѣйшаго отстоя, эта вода тѣмъ не менѣе не годна для употребленія въ пищу, хотя вкусъ ея не отличается какими-либо рѣзкими особенностями. Плотнаго, цѣльнаго льда на ней не бываетъ, а мѣстами озеро совсѣмъ не замерзаетъ. Среди прибрежной и водной растительности встрѣчаются: *Scirpus Tabernaemontani*,

Cladium Mariscus, *Epipactis palustris*, *Eupatorium Cannabinum* и др. виды, не встрѣчавшіеся до сихъ поръ ни на одномъ изъ 35 уже обслѣдованныхъ озерахъ, а *Scirpus Tabernaemontani* совсѣмъ не значится въ спискахъ растеній Владимірской губерніи (у А. Ф. Флерова), не говоря о *Cladium Mariscus*, — растеніи, совершенно чуждомъ флорѣ Средней Россіи. Дно этихъ озеръ сильно заиловано и мѣстами сплошь закрыто густыми зарослями *Chara*. Глубинный илъ очень тонкій, интенсивно черной окраски; взятый у береговъ грубѣе и сѣрый по цвѣту, сильно пахнетъ сѣроводородомъ; высушенный сильно вскипаетъ съ кислотой.

Озера Бѣловодь и Караси интересны въ томъ еще отношеніи, что, изучая ихъ, можно прослѣдить картину постепеннаго зарастанія озеръ такого типа. Озеро Бѣловодь только окаймлено узкой полосой водной растительности, среди которой преобладаютъ *Scirpus Tabernaemontani* и *Cladium Mariscus*. Въ озерѣ Карась I эта растительность уже далеко вошла въ воду; отмѣченныя сейчасъ растенія еще есть здѣсь, но уже не играютъ той роли, какъ въ Бѣловоди. Въ Карасѣ II этихъ растеній уже не находимъ, и оно сплошь заросло *Phragmites*, *Equisetum*, *Typha*, такъ что свободное пространство воды составляетъ уже совершенно незначительную площадь, да и она заполнена со дна мхами и плавающей водной растительностью, такъ что глубина воды здѣсь не больше 1 аршина. Исчезновеніе этого озера, смѣна его болотной формаціей — вопросъ недалекаго будущаго. Озера лежатъ верстахъ въ 6 отъ ст. Ундолъ Московско-Нижегородской желѣзной дороги и въ 3 верстахъ отъ Собинской мануфактуры, которой они и принадлежатъ; для обслѣдованія настолько доступны, что кругомъ ихъ можно обойти безъ болотной обуви. Со всѣхъ названныхъ озеръ взяты образцы воды, растительности, ила, а на болотахъ и у озеръ лѣсного типа—образцы торфа до глубины 8 метровъ.

Сорная растительность посѣвовъ была изучена въ Александровскомъ уѣздѣ, Владимірской губерніи, въ которомъ

были обслѣдованы всѣ виды почвъ, отъ боровыхъ песковъ до черноземовидныхъ суглинковъ. Въ Юрьевскомъ уѣздѣ были произведены наблюденія надъ весеннимъ состояніемъ сорной растительности въ мѣстахъ, обслѣдованныхъ въ прошломъ году, въ Покровскомъ и Судогодскомъ уѣздахъ—на боровыхъ и глинистыхъ пескахъ. На этихъ же пунктахъ была изслѣдована растительность луговъ и пастбищъ, какъ заливныхъ, такъ и лѣсныхъ и суходольныхъ.

Изъ интересныхъ ботаническихъ находокъ, кромѣ отмѣченныхъ уже *Cladium Mariscus* и *Scirpus Tabernaemontani*, нужно указать еще на*): *Sisimbrium Alliaria*—растеніе новое для Владимірской губерніи и *Chaerophyllum Prescottii DC.* и *Digitaria glabra* Röm. et Schult.—растенія рѣдкія для этой флоры. *Sisimbrium Alliaria* найдено въ прибрежныхъ заросляхъ у истоковъ р. Киржача, въ Александровскомъ уѣздѣ. *Chaerophyllum Prescottii*—въ посѣвахъ овса с. Андреевскаго того же уѣзда, а *Digitaria glabra*—на заброшенныхъ нивахъ и полянкахъ среди сосноваго лѣса между д. Фролиха и оз. Исихра въ Судогодскомъ уѣздѣ. Всѣ эти растенія найдены въ значительномъ количествѣ экземпляровъ.

Д. чл. Общ., *Э. Е. Лейстъ*, попрежнему производилъ изслѣдованія геомагнитной аномаліи въ Курской губерніи. Число пунктовъ, гдѣ произведены наблюденія надъ всѣми тремя элементами земного магнетизма, превышаетъ 4000, и вся область аномаліи въ настоящее время вполнѣ обслѣдована.

Д. чл. Общ., *А. Б. Миссуна*, производила изслѣдованія въ окрестностяхъ д. Отузъ, Ѳеодосійскаго уѣзда, Таврической губерніи, гдѣ ею было обнаружено, что часть известняковъ къ западу отъ Кара-Дага, причисляемыхъ обыкновенно къ юрской системѣ, на самомъ дѣлѣ должна быть отнесена къ палеозою. Поставленные на голову, палеозойскіе известняки съ *Chaetetes*, *Syringopora* и *Lithostrotion*, образуютъ полосу, простирающуюся на протяженіи 5 верстъ приблизительно по напра-

*) Опредѣленія провѣрилъ А. Ф. Флеровъ.

вленію къ Коктебель. Помимо этого, *Chaetetes* былъ найденъ также въ песчаникахъ, образующихъ рядъ антиклинальныхъ и синклинальныхъ складокъ къ сѣверо-западу отъ упомянутыхъ выше выходовъ палеозойскихъ известняковъ.

Д. чл. Общ., *А. П. Павловъ*, производилъ изслѣдованія въ области третичныхъ и послѣтретичныхъ отложеній праваго побережья Волги и въ юго-западной Россіи. Въ южной части Симбирской губерніи имъ были изслѣдованы слои съ *Cardium* и *Dreissensia* и покрывающія ихъ черныя глины съ *Paludina* и *Unio*. Эти слои, лежащіе далеко отъ берега Волги и на весьма значительной высотѣ отъ ея уровня, представляютъ большой интересъ для уясненія геологической исторіи Прикаспійской впадины. Въ Саратовской губерніи г. *Павловъ* изучалъ темныя озерныя глины съ *Planorbis*, *Limnaeus* и остатками черепахъ, сохранившіяся въ грабенѣ у станицы Александровской на берегу Волги.

Въ Херсонской губерніи и Бессарабіи г. *Павловъ* изучалъ строеніе и стратиграфическія отношенія глинисто-песчаной толщи, лежащей выше слоевъ съ *Mactra caspia* и ниже Тираспольскаго гравія. Эта толща заключаетъ въ себѣ вмѣстѣ съ гладкими видами *Unio* складчатыя *Unio* типа *U. flabellatus* и богатую фауну млекопитающихъ, близко родственную съ фаунами Кюккюрона и Пикерми и отличающуюся изобиліемъ гиппаріоновъ.

Д. чл. Общ., *П. В. Сюзевъ*, продолжалъ изслѣдованія флоры Пермской губерній. Лѣтомъ текущаго года онъ производилъ ботаническія экскурсіи въ Пермскомъ уѣздѣ, главнымъ образомъ, по р. Камѣ, близь Добрянскаго завода. Близъ д. Лунежки, на береговыхъ гипсовыхъ скалахъ («алебастръ») оказались кустики *Dryas octopetala L.*, очевидно, занесеннаго сюда изъ альпійской области горъ сѣвернаго Урала. Тутъ же около скалъ, на скопленіяхъ перегноя оказался цвѣтущій *Adonis apeninna* L. subsp. *sibirica* Ledb., очень рѣдкій вдали отъ хребта. При поѣздкѣ 22 іюля въ с. Ильинское, Пермскаго уѣзда, было встрѣчено тамъ въ Козминскомъ логу, въ полномъ

цвѣтеніи, 5 экземпляровъ бѣлой пахучей *Orobanche major* L. var. *Krylowi* G. Beck., паразитирующей на корняхъ *Thalictrum minus;* встрѣчается очень рѣдко.

Д. П. Сырейщиковъ сдѣлалъ 19 экскурсій, преимущественно въ Звенигородскомъ уѣздѣ, гдѣ онъ изслѣдовалъ верховья р. Сѣтуни и часть р. Ликовы, три раза прошелъ небольшой кусокъ побережья р. Москвы, между Борвикой и р. Закзой, и два раза былъ въ окрестностяхъ Пушкина. По предварительному опредѣленію сборовъ этого лѣта оказались слѣдующіе виды и формы:

Новые виды для Московской губерніи: *Glyceria nemoralis* Uechtr. et Körnicke, по ручью между р. Сѣтунью и д. Передѣлки, Звен. уѣзда, и *Euphrasia montana* Jord., лугъ противъ Мѣшкова и лугъ по ручью между р. Сѣтунью и Передѣлками, Звен. уѣзда.

Новыя формы: *Lamium maculatum* L. съ нижней губой совершенно безъ росписи (*immaculatum*), по р. Сѣтуни, *Myosotis palustris* L. *strigulosa* Rchb. f. *gracilis* Boenn., болото по берегу р. Сѣтуни, близъ Лукина, *Campanula Trachelium* L. f. *paniculata* Peterm., лѣсъ между 17-й верстой Брянской желѣзной дороги и Нѣмчиновымъ, и *Campanula persicifolia* L. f. *dasicarpa* Kit., лѣсъ близъ Нѣмчинова.

Новыя мѣстонахожденія видовъ и формъ: *Calamagrostis lanceolata* Rath. *canescens* Aschr. et Gr., окраина болота въ лѣсу между 17-й верстой Брянской желѣзной дороги и Нѣмчиновымъ, *Agrostis alba* L. *gigantea* Mey., по берегу р. Закзы, Звен. уѣзда, *Poa Chaixii* Vill. *remota* Friès., въ оврагѣ противъ Мѣшкова, Звен. уѣзда, *Poa pratensis* L. *straminea* Roth., опушка лѣса по дорогѣ отъ 17-й версты Брянской желѣзной дороги къ Ѳедосьину, Звен. уѣзда, *Avena pubescens* Huds., поляна въ лѣсу близъ Ѳедосьина, Звен. уѣзда, *Avena flavescens* L., по берегу р. Сѣтуни близъ 17-й версты Брянской желѣзной дороги, *Brachypodium pinnatum* P. B., въ лѣсу между Ѳедосьинымъ и Губкинымъ, Звен. уѣзда, *Brachypodium silvaticum* Roem. et Schultz., въ лѣсу между Ѳедосьинымъ и Губкинымъ,

Звен. уѣзда, *Carex dioica* L., близъ Усова, Звен. уѣзда, *Carex echinata* Murr., близъ Измалкова, Звен. уѣзда, *Thalictrum flavum* L., по берегу ручья между р. Сѣтунью и Измалковымъ, Звен. уѣзда, *Geranium palustre* L. *trifidum* Litw., лѣсъ между 17-й верстой Брянской желѣзной дороги и Нѣмчиновымъ, *Moneris grandiflora* Salisb., сосновый лѣсъ противъ Мѣшкова, Звен. уѣзда, *Myosotis silvatica* Hoffm., берегъ р. Москвы, близъ Усова, Звен. уѣзда, *Galeopsis Tetrachit* L. *Reichenbachii* Rapin., по вырубленному кустарнику на опушкѣ лѣса близъ Нѣмчинова, *Campanula patula* L. *flaccida* Wallr., лѣсъ близъ Разсказова и лѣсъ близъ Нѣмчинова, *Valeriana officinalis* L. *verticillata* Zinger, по берегу р. Сѣтуни близъ 17-й версты Брянской желѣзной дороги (найдено съ листьями не только по 3 въ мутовкѣ, какъ описываетъ эту разновидность Цингеръ, но и по 4), *Valeriana officinalis* L. *alternifolia* Ledb., по болоту близъ Усова, Звен. уѣзда. Эта разновидность была найдена Максимовичемъ въ 1824 году въ Клинскомъ уѣздѣ близъ Протопопова и съ тѣхъ поръ никѣмъ не указана, *Cirsium oleraceum* × *palustre*. болото по берегу ручья близъ Измалкова, и *Hieracium Auricula* Lam. et DC., поляна въ лѣсу между д. Карчагино и д. Звягина, Моск. уѣзда.

А. А. Хорошковъ велъ изслѣдованія въ слѣдующихъ участкахъ:

1) въ Подольскомъ уѣздѣ, между с. Ознобишино и д. Данилова на р. Мочѣ и между послѣдней деревней и дер. Дерюбрихова на р. Пахрѣ;

2) въ Богородскомъ уѣздѣ, въ окрестностяхъ озера Луково, села Кудиново, чѣмъ былъ продолженъ рядъ начатыхъ въ 1906 году экскурсій;

3) въ Звенигородскомъ уѣздѣ, въ окрестностяхъ дер. Дарьино и села Успенскаго, гдѣ уже г. *Хорошковъ* много работалъ въ 1899—1900 годахъ, и

4) въ Бронницкомъ уѣздѣ, у дер. Капустиной.

Всѣхъ экскурсій, частью совмѣстно съ *Л. М. Кречетовичемъ*, было совершено 19. Найдены слѣдующія разновидности,

не указанныя до сего времени для Московской губерніи: *Aera caespitosa* L. *aurea* Himm. et Grab., въ Звен. уѣздѣ, *Poa nemoralis* L. *coarctata* Gaud., въ Подол. уѣздѣ, *Vaccinium Myrtillus* L. *epruinosum* Aschr. et Magn., въ Богор. уѣздѣ. Новый, никѣмъ не описанной, разновидностью является собранная въ Подольскомъ уѣздѣ *Phalaris arundinacea* var. *nova abbreviata m.* Найдено много видовъ и разновидностей, рѣдко встрѣчающихся въ Московской губерніи, и для уѣздовъ, которыхъ коснулось изслѣдованіе въ текущемъ году, частью совершенно не указанныхъ.

Въ истекшемъ году въ даръ Обществу поступили: отъ д. ч. Общ., *Ѳ. В. Бухгольца*—коллекція подземныхъ грибовъ Московской губерніи и отъ *Н. У. Фененко* изъ Конотопа—образцы грунтовъ съ ископаемыми съ берега р. Сейма. Означенные предметы, согласно § 3 Устава Общества, переданы въ соотвѣтствующіе кабинеты Императорскаго Московскаго Университета.

Въ минувшемъ году въ число членовъ избраны:

а) Въ почетные члены:

K. Goebel—въ Мюнхенѣ.
А. В. Клоссовскій—въ Одессѣ.
М. А. Мензбиръ—въ Москвѣ.
А. П. Сабанѣевъ— » »

б) Въ дѣйствительные члены:

А. Д. Архангельскій—въ Москвѣ.
Louis Duparc—въ Женевѣ.
C. Engler—въ Карльсруэ.
U. Hoefer—въ Леобенѣ.
Г. І. Касперовичъ—въ Москвѣ.
L. Mrazec—въ Букурештѣ.
М. А. Ракузинъ—въ Москвѣ.

в) Въ члены-корреспонденты:

Е. П. Карнѣева—въ Москвѣ.
Г. И. Поляковъ— » »

Въ отчетномъ году Общество утратило 5 членовъ, а именно скончались:

а) Почетные члены:

Его Величество, король Швеціи Оскаръ II.

Henri Jouan—въ Шербургѣ.

Лордъ *Кельвинъ*—въ Глазговѣ.

И. К. Ренаръ—въ Петербургѣ.

б) Дѣйствительный членъ:

И. Я. Словцевъ—въ Тюмени.

Такимъ образомъ, Общество нынѣ состоитъ изъ 73 почетныхъ, 502 дѣйствительныхъ членовъ и 47 членовъ-корреспондентовъ, а всего въ его составъ входитъ 622 члена.

Въ отчетномъ году были произведены выборы нѣкоторыхъ членовъ дирекціи Общества, а именно: вице-президента и одного редактора, за истеченіемъ срока полномочій лицъ, занимавшихъ эти должности, при чемъ на слѣдующее трехлѣтіе были избраны:

а) вице-президентомъ—*А. П. Сабанѣевъ*,

б) редакторомъ—*А. И. Кронебергъ*.

Такимъ образомъ, дирекція Общества нынѣ состоитъ изъ слѣдующихъ лицъ:

Президентъ—заслуженный профессоръ *Н. А. Умовъ*.

Вице-президентъ — заслуженный профессоръ *А. П. Сабанѣевъ*.

Секретари—профессоръ *Э. Е. Лейстъ* и *В. Д. Соколовъ*.

Члены совѣта—профессоръ *Н. Д. Зелинскій* и профессоръ *А. П. Павловъ*.

Редакторы—профессоръ *М. А. Мензбиръ* и *А. И. Кронебергъ*.

Библіотекарь—*А. И. Кронебергъ*.

Хранители предметовъ—профессоръ *В. И. Вернадскій*, профессоръ *М. И. Голенкинъ*, *А. Б. Миссуна* и приватъ-доцентъ *П. П. Сушкинъ*.

Казначей—приватъ-доцентъ *В. А. Дейнега*.

Денежныя средства, которыми въ отчетномъ году располагало Общество, состояли: изъ суммы, ежегодно отпускаемой ему въ пособіе Правительствомъ, въ размѣрѣ 4.857 руб.; изъ членскихъ взносовъ и платы за дипломы, составившихъ 210 р.; изъ суммы, вырученной отъ продажи изданій Общества, въ размѣрѣ 50 руб.; изъ % съ запаснаго капитала, въ размѣрѣ 59 руб. 85 коп. Отъ Главнаго Управленія Земледѣлія и Землеустройства на изданіе «Матеріаловъ къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи» получено единовременное пособіе въ размѣрѣ 300 рублей. Отъ д. чл. Общ., *В. В. Аршинова*, на уплату вознагражденія лицу, приглашенному для занятій по библіотекѣ Общества, поступило 390 руб. Большая часть этихъ средствъ израсходована на изданія Общества и лишь сравнительно небольшая шла на жалованье служащимъ при Обществѣ, на почтовые, канцелярскіе и другіе расходы.

Запасный капиталъ Общества, образуемый изъ пожизненныхъ взносовъ его членовъ, составляетъ изъ 1.400 рублей въ %% бумагахъ и наличными 108 руб. 5 коп.

Принадлежащій Обществу капиталъ на премію имени покойнаго президента Общества, *А. Г. Фишера фонъ-Вальдгеймъ*, нынѣ состоитъ: изъ 3.700 руб. въ %% бумагахъ и наличными 540 руб. 12 коп.

Принадлежащій Обществу капиталъ на премію имени покойнаго президента Общества, *К. И. Ренара*, въ настоящее время состоитъ: изъ 3.000 руб. въ %% бумагахъ и наличными 291 руб. 25 коп.

Хранящійся при Обществѣ капиталъ имени *С. М. Переяславцевой* нынѣ состоитъ: изъ 400 руб. въ %% бумагахъ и наличными 76 руб. 56 коп.

Въ теченіе отчетнаго года Общество получило въ даръ и въ обмѣнъ на свои изданія 2.919 томовъ книгъ и журналовъ, въ числѣ которыхъ имѣется не мало цѣнныхъ и рѣдкихъ изданій. Обладая одной изъ обширнѣйшихъ библіотекъ въ Россіи, состоящей изъ періодическихъ изданій и монографій по всѣмъ

отраслямъ естествознанія на русскомъ и иностранныхъ языкахъ, Общество, какъ и прежде, въ опредѣленные дни предоставляло пользоваться ею не только своимъ членамъ, но и постороннимъ лицамъ, которыя допускаются къ чтенію книгъ и журналовъ въ помѣщеніи библіотеки подъ условіемъ рекомендаціи ихъ кѣмъ-либо изъ членовъ Общества.

1908.

Livres offerts ou échangés durant l'année 1908.

I. Journaux hollandais.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. La *Haye*, in 8°. Série 2. T. XIII. Livr. 1—5.

Archives du Musée Teyler. *Haarlem*, in 8°. Série 2, Vol. XI, p. 1—2.

Bulletin du Département de l'Agriculture aux Indes Néerlandaises. *Buitenzorg,* in 8°. 1907, № X—XXI.

Bihang till Meteor. Jakttagelser i Sverige. *Uppsala*, in 4°. 2 Ser. Bd. 34, № 37.

Jaabrock van de Kon. Akademie van Wetenschappen. *Amst.*, in 8°. 1907.

Jaarbock van het Depart. van Landbouw in Nederlandsch Indie. *Batavia*, in 8°. 1906.

Mededeelingen nitgaande van het Depart. van Landbouw. *Batavia*, in 8°. 1907, № 3.

Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. *Batavia,* fol. Ap. I u. II to; Vol. XXVIII. Ap. III, to Vol. XXXVIII.

Proceedings of the Section of Sciences. *Amsterdam*, 8°. Vol. X, p. 2.

Regenwaarneemingen in Nederlandsch-Indie. *Batavia*, in 8°. Jahrg. XXVIII, 1906.

Receuil des travaux botaniques Néerlandais. *Amsterdam*. in 8°. Vol. IV. Liv. 1—2.

Tijdschrift (Naturerkundige) vor Nederlandsch Indie. *Batavia*, in 8°. Deel. LXVI, 1907; Deel. LXVII, 1908.

Tijdschr. van het Kongl. Nederland. Aardrijkundig Genotschap. *Leiden*, in 8°. Ser. 2. Deel. XXV, № 3, 5.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgeg. door de Nederl. Entomologische Vereeniging. S'*Gravenhage*, in 8°. Deel 50, Jahrg. 1907, Aflevering 4; Deel 51, 1908.

Tijdschrift der Nederl. Dierkundige Vereeniging. *Leiden*, in 8°. 2 Ser. Deel X, Afl. 4.

Verhandelingen (Natuurkundige) van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem. *Leiden*, in 4°. Derte Verzamlung; Deel VI, Stuk 3—4.

Verslagen en Mededeelingen der Kon. Akademie van Wetenschappen. *Amsterdam*, in 8°. (Natuurkunde). Tweede Section; Deel XIII, № 4—6; Deel XIV, № 1.

Verslag van het verhandelde van het Provincial Utrechtsch Genvotschap van Kunsten en Wetenschappen. 1908.

Verslag van de Gevone Vergaderingen der Wisen. Naturkundige Afdeeling. *Amsterdam*, 8°. Deel XVI, Gedeelte 1—2.

II. Journaux danois, suédois et norvégiens.

Aarbog, Meteorologisk. *Kjöbenhavn*, fol. 1907.

Aarbog Museum Bergens, 1908, H. 1.

Acta Universitatis Lundensis. *Lund*, in 4°. III, 1908.

Årsbok Kungl. Svenska, Vetenskapsakad. *Uppsala*, 8°, 1908.

Arsberetning, Bergens Museums. *Bergen*, in 8°. 1907; 1908, 2 Hefte.

Arsberetning, Tromso Museums. *Tromso*, in 8°. 1906, 1907.

Arshefter, Tromsö Museums. *Tromsö*, in 8°. XXV, 1902.

Arkiv för Matem. Astronom. och Fysik. *Stockholm*, in 8°. Bd. IV, H. 1—4.

Arkiv för Kemi-mineral. och geologi. *Stockholm*, in 8°. Bd. III, H. 1—2.

Arkiv för zool.-mineral. och geologi. *Stockholm*, in 8°. Bd. IV, H. 1—4.

Arkiv för botanik.-mineral. och geologi. *Stockholm*, in 8°. Bd. VII, 1—4.

Bulletin statistique des pêches maritimes. *Copenhague*, in 4°. Vol. II, 1905.

Forhandlinger, Geologiska Föreninger. *Stockholm*, Bd. XXIX, № 252—257.

Förhandlinger i Videnskaps-Selskabet i Christiania. in 8°. 1907.

Handlinger Kon. Vetenskaps Akademiens. *Stockholm*, in 8° u. 4°. Bd. XLIII. № 1—6; Bd. XLII, № 10—12.

Meddelelser fra Kommis. for Havundersogelser. *Kjobenhavn*, 4°. Plankton Bd. I.

Meddelelser, Videnskabelige, fra den naturhistoriske Forening i *Kjöbenhavn.* in 8°. Anrek 1907.

Meddelanden fra K. Vetenskapsakademiens. Nobelinstitut. *Stockholm,* in 8°. Bd. I, № 8—11.

Nyt Magasin for Naturvidenskaberne. *Christiania,* in 8°. Bd. XLV, H. 3—4; Bd. XLVI, H. 1—3.

Oversigt over det Kong. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger. *Kjobenhavn,* in 4° et 8°. 1907, № 1—6; 1908, № 2—3

Observations Météor. Suédoises. *Upsala,* 4°. Vol. XLIX, 1907.

Rapports et Procès-Verbaux des Réunions du Conseil permanent international pour l'exploration de la mer. *Copenhague,* 4°. Vol. VII.

Skrifter det Kongl.-Norske. Videnskabers Selskabers. *Trondheim,* in 8°. 1907.

Skrifter udgivne af Videnskabs-Selskabet i Christiania. *Christiania,* in folio 1906; 1907, Mathem. Natavisn klassi.

Tidskrift, Entomologisk, utgifr. af J. Spangberg. *Upsala.* in 8°. 1907. År. XXVIII, № 1—4.

III. Journaux anglais et américains.

Annals of the South African Museum. *London,* 8°. Vol. IV, p. 8; Vol. V, p. 5—6; Vol. VII, № 1.

Annals of the Carnegie Museum. *Pittsburg,* in 8°. Vol. IV, № 2—5; publ. pap. 49.

Annals of the New-York Academie of Sciences. *New-York.* in 8°. Vol. XVII, p. 2; Vol. XVIII, p. 1—3.

Annals of the Queensland Museum. 8°. № 8, 9.

Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithosonians Institution. *Washington,* folio. 1908. Vol. II.

Bulletin of the geographical Society of Philadelphia. *Phil.,* in 8°. Vol. VI, 1908, № 1—4.

Bulletin of the U. S. Department of Agriculture Bureau of the biol. Survey. *Washington,* in 8°. № 32.

Bulletin of the American Museum of Natural History. *New-York,* in 8°. Vol. XVII, p. 5; Vol. XXIII; Vol. XV, p. 2.

Bulletin of the American Geogr. Society. *New-York.,* in 8°. Vol. XL, № 1, 4, 6.

Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. *Buffalo,* in 8°. Vol. VIII, № 6; Vol. IX, № 1.

Bulletin of the Geol. Society of America. *New-York*, in 8°. Vol. XVIII, 1907.

Bulletin of the Denison University. *Grandville*, in 8°. Vol. XIII. Art. 1, 4—6.

Bulletin of the Minnesota Academy of Nat. Sciences *Minneapolis*. in 8. Vol. IV, p. 2, № 1—2.

Bulletin of the Wisconsin Natural History Society. *Milwankee*, in 8°. Vol. V, № 4; Vol. VI, № 1—2.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. *Cambridge*, in 8°. Vol. XLVIII, № 4—10. XLIX. Biol. Ser. Vol. VIII; LI, № 11—12; LII, № 1—5.

Bulletin of the New-York State Museum of Nat. History. *Albany*, in 8°. № 110—120, 124.

Bulletin of the New-York Botanical Garden. *New-York*, in 8°. Vol. IV, № 14; Vol. VI, № 19.

Bulletin of the Torrey Botanical Club. *New-York*, in 8°. Vol. XXXIV, № 11, 12; Vol. XXXV № 1—10.

Bulletin Vassar Brothers Institute. *New-York*, № 1—2.

Bulletin of the U. S. Geological Survey. *Washington*, in 8°. №№ 304, 309, 311, 313, 316—325, 327, 329—334, 336, 339, 342.

Bulletin (Laboratory) Oberlin College. *Oberlin*, in 8°. № 13.

Bulletin of the New Zealand Geol. Survey, 4°. New Ser. № 4.

Bulletin of the Lloyd Library of Botany, Pharmacy and Materia medica. *Cincinnati*, in 4°. № 10; Reproduction Series № 6.

Bulletin of the Museum of the Brooklyn Instit. of Arts and Sciences. in 8°. Vol. I, № 3—11.

Bulletin (The Wilson). *Ohio*, 8°. Vol. XIV, № 4; Vol. XX, № 1—3.

Catalogne of the Scientific Literature. *London*, in 8°. An. IV, № 1—3; An. V, № 1 (H. K. G.).

Circulars (John Hopkins University). *Baltimore*, in 8°. 1907, № 7—9; 1908, № 1—5, 7.

Chronicle of the Univers. of California. *Berkeley*, 8°. Vol. IX, № 3—4; Vol. X, № 1 - 2.

Contributions of the State National Herbarium. *Washington*, in 8°. Vol. XII, p. 4.

Entomologist (the Canadian). *London*, in 8°. Vol. XL, № 1—11.

Fauna (North American). *Washington*, in 8°. № 26, 27.

Gazette (the Botanical). *Chicago*, Vol. XLV, № 6 Vol. XLVI, № 1—5.

Journal of the geogr. *London*, in 8°. Vol. XXXI, № 2—4.

Journal (American) of Sciences and Arts. *New-Haven.*, in 8°. XXV, 145—151; XXVI, 152—155.

Journal (American Chemical). *Baltimore,* in 8°. Vol. XXXVIII, № 1—6; Vol. XXXIX, № 1—6.

Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Phil.*, in 8°. Ser. 2, Vol. XIII, p. 3.

Journal of the China Branch of the Royal Asiatic Society. *Schanghai*, in 8°. Vol. XXXIX.

Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society. *Raleigh,* in 8°. Vol. XXIII, № 3—4; Vol. XXIV, № 1—2.

Journal of the New-York Entomol. Society. *New-York*, in 8°. Vol. XVI, № 1—3.

Journal of the New-York Microscopical Society. *New-York*, in 8°. 1908, p. 3, № 6.

Journal (The American Museum). *New-York*, in 8°. Vol. VII, № 8; Vol. VIII, № 1—7.

Journal of the Proceedings of the Linnean Society. *London,* in 8°. XXXI, № 203 — 204. Zoology. Vol. XXX, № 197, 198, Zoology; Vol. XXXVIII, № 265—267.

Journal (Quarterly) of the Geological Society of London. in 8°. Vol. LXIII, № 252—254; Vol. LXIV, № 255.

Journal of the R. Microscopical Society. *London* and *Edinb.*, in 8°. 1907, p. 6; 1908, p. 1, 2, 5, 4.

Journal of the Ceylon Branch of the R. Asiatic Soc. *Colombo,* in 8°. Vol. XIX, № 58, 59.

Journal of the Manchester geographical Society. *Manchester*, in 8°. Vol. XXIV, p. 1.

Journal (the Philippine), of Sciences. *Manila*, in 8°. Vol. II, № 5—6; Vol. III, № 1—7.

Journal of Mycology. *Ohio*, 8°. Vol. XIV, № 93, 94.

Journal of Geology. *Chicago*, 4°. Vol. XV, № 8; Vol. XVI, № 1—7.

Journal (the Astrophysical). *Chicago,* in 8°. Vol. XXVI, № 5; XXVII, № 1—5; Vol. XXVIII, № 1—4.

Journal (the Geographical). *London*, in 8°. Vol. XXXI, № 3, 6; XXXII, № 1—3, 5.

Journal of Hygiene. *Cambridge*, 8°. Vol. VIII, № 2, 4.

Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences. *Cambridge and Boston*, in 4°. Vol. XIII, № 6.

Memoirs of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 4°. Vol. XXXVI, p. 2, № 6.

Memoirs of the Depart. of Agriculture in India. *Calcutta,* in 4°. Vol. I; Vol. II, № 1, 3, 4.

Memoirs of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, in 8°. Vol. III, № 1.

Memoirs and Proceedings of the Litterary and Philosophical Society of Manchester. *Manch.*, in 8°. Vol. LII, p. 1, 2.

Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harward College. *Cambridge*, in 4°. Vol. XXXV, № 2.

Museum (American) of Natural History. *New-York*, in 8°. № 26, 27 (1907—1908).

Nature. *London* and *New-York*, in 4°. Vol. 77, № 1990—2040.

Notes Mycological—By C. C. Lloyd. *Cincinati*, in 8°. № 27—29.; Polyporoid issae № 1.

Naturalist (the Ohio). *Ohio*, 8°. Vol. VIII, № 2—8; Vol. IX, № 1.

Papers Water Supply U. S. Geol. Survey. *Washington*, in 8°. №№ 195, 197—199, 201—218.

Papers (Professional) U. S. Geol. Sur. *Washington*, in 8°. №№ 53, 56.

Papers (Anthropol.) of the Americ. Museum of Nat. History. *New-York*, in 8°. Vol. I, p. 4.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. *Philadelphia*, in 8°. Vol. LIX, p. 2, 3; Vol. LX, p. 1.

Proceedings of the Agricultural and Horticultural Society of India. *Calcutta*, in 8°. 1906, № 1—6.

Proceedings of the Colorado Scientif. Society. *Denver*, in 8°. Vol. VIII, pp. 5—34; Vol. IX, pp. 31—46.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. *Bost.* and *Cambr.*, in 8°. Vol. XLII, № 29; Vol. XLIII, № 4—22.

Proceedings of the Indiana Academy of Science. *Indianapolis*, in 8°.1906.

Proceedings of the American Philosophical Society held at Philadelphia for promoting useful knowledge. *Philadelphia*, in 8°. Vol. XLVI, № 186—188.

Proceedings of the Boston Society of Nat. History. Annual of the Boston Society of Nat. History, in 8°. Vol. XXXIII, № 3—9.

Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. *Cambridge*, in 8°. Vol. XIV, p. 4—6.

Proceedings of the Davenport Academy of Nat. Sciences. *Davenport*, in 8°. Vol. X; Vol. XII, p. 1—94.

Proceedings of the Californian Academy of Nat. Sciences. *S.-Francisco*. in 8°. Ser. 4, Vol. I, p. 1—6; Vol. III, p. 1—40.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. Wales. *Sydney*, in 8°. Vol. XXXII, № 127.

Proceedings of Yorkshire Geological and Polytechnical Society. *Halifax*, in 8°. N. S. Vol. XVI, p. II.

Proceedings of the Royal Society of London. *London*, in 8°. Ser. A. Vol. 80, № 536; Ser. B. Vol. 81, № 536—543.

Proceedings of the Royal Society of *Edinburgh*, in 8°. Vol. XXVIII, p. 1—8, 9; Vol. XXIX, p. 1.

Proceedings of the Royal Physical Society of Edinburgh. *Edinburgh*, in 8°. Vol. XVII, № 4.

Proceedings (Scientific) of the R. Dublin Society. *Dublin*, in 8°. Vol. XI, № 21—28.

Proceedings of the Royal Irish Academy. *Dublin*, in 8°. Vol. XXVII, Sec. B. № 1—5.

Proceedings of the Colorado scientific Society. *Denver*. in 8°. Vol. VIII, pp. 315—386; Vol. IX, pp. 5—31.

Proceedings of the biol. Society of Washington. *Washington*, in 8°. Vol. XX, pp. 89—120; Vol. XXI, pp. 1—34, 39—62, 69—210.

Proceedings of the Washington Academy of Sciences. *Washington*, in 8°. Vol. IX, pp. 523—558; Vol. X, pp. 1—185.

Proceedings of the Zoological Society of London. *London*, in 8°. 1907, pp. 747—1122; 1908, pp. 1—782.

Proceedings of the R. Society of Victoria. *Melbourne*, Vol. XX, p. 2; Vol. XXI, p. 1.

Publications of the Field Columbian Museum. *Chicago*, in 8°. № 126—128.

Publications of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, in 8°. Serial, № 51.

Publications of the Aleghany Observat. of Vol. I, № 1—2.

Publications of Calif. Univer. *Berkeley*, in 8°. in Amer. Archeol. and Ethnology. Vol. IV, № 5—6; Vol. V, № 2; Vol. VI, № 1—3; Vol. VII, № 1, in Geology. Vol. V, № 9—11; Botany, Vol. II, № 1, 3, 14—16; Zoology, Vol. III, № 14; Vol. IV, № 1—2; Physiology, Vol. III, № 10—11.

Records of the Australian Museum. *Sydney*. Vol. VII, № 1—2; Vol. VI, № 6.

Record of University of Cincinnati. *London*, in 8°. Ser. I, Vol. IV, № 1, 3—9.

Record (Quarterly) of the Royal Botanic. Society of London. *London*, in 8°, Vol. X, № 115.

Record (the Meteorological). *London*, in 8°. Vol. XXVII, № 105—108.

Records of the Geological Survey of India. *Calcutta*, in 8°. Vol. XXXVI, p. 1—4; Vol. XXXVII, p. 1.

Record experiment. Station' of the U. St. Departement of Agriculture. *Washington*, 8°. Vol. XIX, № 3, 5.

Report (Annual) of the American Museum of Nat. History. *N.-York*, Rep. 39.

Report (and Proceedings) of the Belfast Natural History and Philosophical Society. *Belfast*, in 8°. 1906—1907.

Report of the British Association for the advencement of Sciences. *Lond.*, in 8°. Meeting 77. 1907.

Report of the Manchester Museum. *London*, in 8°. 1907—1908.

Report (Annual) of the Director of Forestry. *Manila*, in 8°. 1908, I—VI.

Report (Annual) of the Geological Survey of Canada. *Ottavia*, in 8°. Vol. XXI, № 952. General Indice to the Rep. 1885—1906, №№ 959, 979, 992, 1000.

Report (Annual) of the Department of Mines. N. South Wales. *Sydney*, in 4°. 1907.

Report (Annual) of the New-York State Museum. *Albany*, in 4°. Rep. 59-th, Vol. III. App. 7; Vol. I, App. I, 2; Vol. II, App. 3—6; Vol. IV, App. 7; Rep. 60, Vol. IV, Ap. 7.

Report (Annual) of the Entomological Society of Ontario. *Toronto*, in 8°. XLVIII (41).

Report (Annual) of the Carnegie Museum. *Pittsburg*, in 8°. Rep. 10-th, (Public. Ser. № 48).

Report of the Chief of the Weather Bureau U. St. Dep. of Agric. *Washington*, in 4°. 1905—1906.

Report (Annual) of the board of Regents of Smithsonian Institution. *Washington*. in 8°. 1906.

Report (Annual) of the Bureau of American Ethnology. *Washington*, in 4°. Pep. 25-th.

Report (Annual) of the Menagers of the Zoological Society of Philadelphia. *Philadelphia*, in 8°. 36-th (1908).

Report of the Board of Fischiries of New-South Wales. *Sydney*, folio. 1907, № 7.

Report (Annual) of the Geol. Commission Cape-Town. in 4°. Rep. 12-th, 1907.

Report (Annual) of the Curator of the Museum of Comp. Zool. at Harward C. *Cambridge*, 1906—1907.

Repords of the Depart. of Agric. *Calcutta*, in 8°. 1905—1906, 1906—1907.

Report (Annual). of the Missouri Botanical Garden. *St. Louis*. XVIII, Rep. 1907.

Report of the Michig. Academy of Science, in 8°. Rep. 9-th.

Report (Annual) of the Board of Trustees of the Public Museum. *Melwaukee*, 26-th. Rep.

Resources Mineral. *Washington*, 1906.

Resources (Mineral) of the United States. *Washington*, in 8°. № 12.

Review (Monthly) Weather. *Washington*, in 4°. Vol. XXXV, № 9—13; Vol. XXXVI, № 1—8.

Smithsonian Report on the Progr. and Condit. of the U. S. Nat. Museum; for the Year. 1907. *Washington*, in 8°.

Smithsonian Contributions to knowledge. *Washington*, in 4°. Vol. XXXV, № 1723.

Smithsonian Contributions from the U. St. Nat. Herb. *Washington*, in 8°. Vol. X, p. 6, 7.

Smithsonian Miscellaneous Collections. *Washington*, in 8°. Vol. L, Vol. XLIX, Ser. 4; Vol. IV, p. 2, 3, 4.

Studies Univer. of Toronto. *Toronto*, in 8°. Biolog. Ser. № 6; Psychol. Ser. Vol. II, № 2; Vol. III, № 1; Geol. Ser. № 5.

Studies of the Univ. of Cincinnati. in 8°. Ser. 2, Vol. III. № 4.

Survey (Geol. Maryland). *Baltimore*, in 8°. Calvert County with Atlas; St. Marys County with Atlas. Vol. VI.

Survey (Maryland Weather). *Baltimon*, in 8°. Vol. II.

Survey (Geological) of Canada. *Ottava*, in 8°. №№ 949, 953, 958, 968, 971, 977, 979, 982, 986, 988, 1017.

Survey (Geol.) Maps. Geol. Maps of the Cascar. Coal. Basin. № 1—4; topogr. Maps of the Cascar. Coal. Basin. № 1—4; Maps to accompany Annual Rep. of Vol. XVI, № 877—889.

Transactions of the American Philosophical Society for promoting useful knowledge. *Philadelphia*, in 4°. N. S. Vol. XXI, p. 4, 5.

Transactions of the Cambridge Philosophical Society. *Cambridge*, in 4°. Vol. XX, № 16; Vol. XXI, № 1, pp. 1—76.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. *New Hawen*, in 8°. Vol. XIII, pp. 65—548.

Transactions of the Edinburgh Geological Society. *Edinburgh*, in 8°. Vol. IX, p. 2.

Transactions of the Entomological Society of London. *London*, in 8°. 1907.

Transactions of the Natur. Hist. Soc. of Glasgow. *Glasgow*, in 8°. Vol. VIII, p. 1.

Transactions of the Linnean Society of *London*, in 4°. Ser. 2. Botany, VII Bd. p. 9; Zool. Bd. IX, p. 12—14; Bd. X, p. 8; Vol. XII, p. 1—3; XVIII, p. 2.

Transactions of the Academy of Sciences of *St. Louis*. Vol. XVI, № 8—9; Vol. XVII, № 1—2; Vol. XVIII, № 1.

Transactions of the Zoological Society of London. *London*, in 4°. Vol. XVIII, p. 3.

Transactions (and Proceedings) of the New Zealand Institute. *Wellington*, in 8°. Vol. XL.

Transactions (Philosophical) of the Royal Society of London. *London*, in 4°. Ser. B., Vol. 199.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. *Ed.*, in 8°. Vol. XLV, p. 2—4; Vol. XLVI, p. 1.

Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. *Madis*, in 8°. Vol. XV, p. 1—2.

Transactions of the S. African Philosophical Society. *Cape Town*, in 8°. Vol. XVIII, p. 1—3; Vol. XVII, p. 2; Vol. XIII.

Transactions and Proceedings of the Botanical Society. *Edinburgh*, Vol. XXIII, p. 3.

Transactions of the Royal Society of South Australia. *Adelaide*, in 8°. Vol. XXXI.

IV. Journaux français.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. *Bordeaux*, in 8°. Ser. 7, T. I.

Annales de la Faculté de sciences de Marseille. *Marseille*, in 4°. T. XVI, Suppl. 2.

Annales de la Société Entomologique de France. *Paris*, in 8°. Vol. LXXVI, Trim. 3—4; Vol. LXXVII, Trim. 2.

Annales du Bureau Central Météorologique de France. *Paris*. in 4°. An. 1903, I Mémoires.; 1904, II. Observations; 1905, II. Observations; III. Pluies.

Annales de la Société Linnéenne de Lyon. *Lyon*, in 8°. T. LIV.

Annales de l'Académie de Macon. *Macon*, in 8°. Ser. 3. T. XI.

Annales du Musée d'Histoire Naturelle de Marseille. *Marseille*. in 4°. T. XL, 1907.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de *Lyon*, in 8°. 1906.

Annales de la Société Académique de Nantes. *Nantes*, in 8°. Vol. VIII, Série 8, 1907.

Annales de le Société des Sc. Naturelles (Académie de la Rochelle). *La Rochelle*, in 8°. 1907.

Annales de l'Académie de la Rochelle. *La Rochelle*, in 8°. 1906, 1907.

Annales de l'Université de Lyon. *Paris*, in 8°. S. N. I. Sciences Méd. Fasc. 20, 21, 23.

Annuaire de l'Université de Toulouse. *Toul.*, in 8°. An. 1906—1907, 1907—1908.

Archives (Nouvelles) du Muséum d'Histoire Naturelle. *Paris*. in 8°. Ser. 4, T. IX, Fasc. 1—2; T. X, Fasc. 1.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. *Autun*. in 8°. Bul. XX.

Bulletin de la Société d'Etudes scientifiques d'Angers. *Angers*, in 8°. N. Ser. An. XXXVI, 1906.

Bulletin historique et scientifique de l'Auvergne. *Clermont-Ferrand*, in 8°. 1907, № 9, 10; 1908, № 1—8.

Bulletin de la Société Archéologique, Scientifique et Litteraire de Béziers. *Béziers*, in 8°. Série 3, Vol. VII, Liv. 1.

Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Béziers. *Béziers*, in 8°. Vol. XXVII, 1905—1906.

Bulletin de la Société de Borda à Dax. *Dax*. in 8°. T. XXXII, 2—4; XXXIII, Trim. 1.

Bulletin de l'Académie Delphinale. *Grenoble*, in 8°. Série 4; T. XX, 1906.

Bulletin de la Soc. Française de Minéralogie. *Paris*, in 8°. T. XXX, № 7—9; T. XXXI, № 1—6.

Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique. *Paris*, in 8°. T. XV.

Bulletin de la Société Zoologique de France. *Paris*, in 8°. T. XXXI, XXXII.

Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris. *Paris*, 8°. Sér. 5, Vol. VIII, Fasc. 1.

Bulletin de la Société Géologique de France. *Paris*, in 8°. Sér. 4, T. VI, Fasc. 8; T. VII, Fasc. 1—9; Vol. VIII, Fasc. 1—2.

Bulletin de la Société Khediviale de Géographie. *Le Caire*, 8°. Sér. 7, № 1, 2; Sér. VI Suppl.

Bulletin de la Société de Géographie de Marseille. *Marseille*, in 8°. T. XXXI, № 2—3.

Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie. *Caen*, in 8°. Sér. 5, Vol. X.

Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France. *Amiens*, in 8°. T. XVIII, № 369—330.

Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de Nimes. *Nimes*, in 8°. T. XXXIV.

Bulletin de la Soc. des Sciences Natur. de Reims. *Reims*, in 8°. T. XVI, Trim. 1—4.

Bulletin de la Société Philomatique de Paris. *Paris*, in 8°. T. IX, № 5; T. X, № 1, 3—4.

Bulletin de la Société Polymatique de Morbihan. *Vasinc.*, in 8°. Mém. 1—2.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy.—Bulletin des Sciences de la Société des Sciences de Nancy. *Paris*, in 8°. Série 3, T. VIII, Fasc. 2.

Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle. *Paris*, in 8°. Ann. 1907, № 4—7; An. 1908, № 1—5.

Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris. *Paris*, in 8°. Sér. 5, T. VIII, Fasc. 2—6; T. IX, Fasc. 2—3.

Bulletin de l'Académie de médecine. *Paris*, in 8°. T. LVIII, 42—45; T. LIX, №№ 1, 3—38.

Bulletin (Nouveau) des Sciences, publ. par la Soc. Philomatique de *Paris P.* in 4°. Sér. 9, T. X, № 2.

Bulletin de la Société des Amis des sc. naturelles de Rouen. *Rouen*, in 8°. Sér. 5, An. XLII, Sem. 1—2.

Bulletin popul. de la Pisciculture. *Paris*, in 8°. N. Ser. № 1—2.

Bulletin de la Société d'histoite naturelle de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. T. XXXIX, № 3—4; T. XL, № 1.

Bulletin de la Société Ramond. *Toulouse*, in 8°. Sér. 3, T. II, № 1—4; T. III, № 1.

Bulletin de la Société Philomatique Vosgienne. *St. Dié.* in 8°. XXXIII, Ann. 1907—1908.

Bulletin de l'Univers. de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. № 20.

Bulletin de l'Acad. du Var. *Toulon*, in 8°. LXXV.

Bulletin des publications nouvelles de la librairie Gauthier Villars et Fils. *P.*, in 8°. 1907, Trim. 4; 1908, Trim. 1, 2, 3.

Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et de l'Archéol. *Bourg.*, in 8°. № 48, Trim. 3; № 49, Trim. 4; № 50, Trim. 1.

Bulletin de la Société d'Agric., Sciences et Arts. *Meaux*, in 8°. 1908, № 1—3, 5—6, 8—10.

Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts de la Haute-Saône. *Vésoul.* in 8°. 1907.

Bulletin de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne. *Auxerres*, in 8°. Vol. 60.

Bulletin mensuel de la Société des Sciences Naturelles de Saône et Loire. *Chalon sur Saône*, in 8°. An. XXXIII, Ser. N. T. XIII, № 5—12; T. XIV, № 1—5.

Bulletin de l'Institut Océanographique. *Monaco*, 8°. 1907, № 105—121.

Bulletin des Amis des Sciences de la Rochich. *Roch.*, in 8°. T. XVI, № 2.

Bulletin de la Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France. *Nantes*, in 8°. Vol. VII, Trim. 1—4; Vol. VIII, Trim. 1—2.

Bulletin de la Société Scientif. et Médic. de l'Ouest. *Rennes*, in 8°. T. XV, 4; T. XVI, 1—4; T. XVII, № 1.

Bulletin de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Pau. *P.*, in 8°. Sér. 2, T. XXXIV.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. *Paris*. in 4°. T. 128—149.

Comptes-rendus des séances et Mémoires de la Société Biologique. *Paris*, in 8°. T. LXIII, № 33—35, 37—39; T. LXIV, № 1—2, 4, 5—26.

La Cellule. *Louvain*, in 4°. T. XXIV, fasc. 2.

Cercle Hutois des Sciences et Beaux-Arts. *Hoy*, in 8°. T. XV, liv. 3—4; T. VI, liv. 1.

Feuilles des Jeunes Naturalistes. *Paris*, in 8°. 1908, № 447 — 456.

Journal de Conchyliologie. *Paris*. in 8°. Vol. LV, № 4; Vol. LVI, № 1—2.

Mémoires de la Société Nationale d'agriculture, des sciences et arts d'Angers. *Angers*, in 8°. T. X.

Mémoires de la Société des sciences naturelles de Cherbourg. *Cherb.*, in 8°. T. XXXV.

Mémoires de l'Académie des Sciences etc. de Lyon. *Paris*, in 8°. Sér. 3, T. 9.

Mémoires de la Société Zoologique de France. *Paris*, in 8°. T. XIX.

Mémoires de l'Académie des sciences, lettres et médecine de Montpellier. *Montpellier*, in 8°. T. III, № 8; T. V, № 1.

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard. *Montbéliard*, in 8°. Vol. XXXIV.

Mémoires de l'Académie de Stanislas. *Nancy*, in 8°. Sér. 6, T. IV.

Mémoires de l'Académie des sciences de *Toulouse*, in 8°. Sér. 2, T. VI.

Mémoires de la Société Acad. de l'Agricul. de Sc. et Art. *Troyes*, in 8°. T. XLIV, Sér. 3.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le Dép. de la Gironde. *Bordeaux*, in 8°. De Juin 1906 à Mai 1907.

Procès-verbaux des séances de la Société des sciences Physiques et Naturelles de Bordeaux. *Paris*, in 8°. 1906—1907.

Rapport de la Conférence météorologique international. *Paris*, in 8°. 1905.

Rapport Annuel du Conseil de l'Université de Toulouse. *Toulouse*, in 8°. 1908.

Société Agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées. *Perpignan*, in 8°. Vol. XLVIII, XLIX.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mésures. *P.*, in 4°. T. XIII.

Travaux de l'Instit. de Zoologie de l'Université de *Montpellier*, in 8°. Sér. 2, Mém. 16.

V. Journaux allemands.

Abhandlungen der K. Akademie der Wissenschaften zu *Berlin*, in 4°. 1907.

Abhandlungen, herausg. vom naturhistorisch. Verein zu *Bremen*, in 8°. Bd. XIX, H. 2.

Abhandlungen herausg. von der naturforschenden Senkenbergischen Gesellschaft. *Frankfurt*. Bd. XXIX, H. 2; Bd. XXX, H. 3.

Abhandlungen der math.-phys. Classe der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. *München*, in 4°. Bd. XXIII, Abth. 2; Bd. XXIV, Abth. 1.

Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft zu *Nürnberg*, in 8°. Bd. XVI, 1906.

Abhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*. fol. Bd. XVI, H. 2; Bd. XVIII, H. 2.

Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums. *Wien*, in 8°. Bd. XXI, № 3—4; Bd. XXII, № 1.

Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici. *Budapest*, in 8°. Vol. V, p. 2; Vol. VI, p. 1.

Anzeiger, Zoologischer. *Leipzig*, in 8°. Bd. XXXII, № 15—26; Bd. XXXIII, № 1—20.

Anzeiger der K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe. *Wien*, in 8°. Jahrg. XLIV, № 1—27.

Arbeiten aus dem Zoologischen Institut zu Graz. *Leipzig*, in 8°. Bd. VIII, № 3—7.

Archiv pro přirodovědecké prozkonmáni Čech. *Prag*, in 8°. Vol. VIII, Cis. 1, 3.

Archiv für Bionhologie. *Berlin*, folio. Bd. I, H. 1—3; Bd. II, H. 1.

Archiv des Vereins für Siebenbürgische Landeskunde. *Hermannstadt*. F. N. Bd. XXXIV; Bd. XXXV, H. 1, 2, 4.

Aquila *Budapest*, in 4°. T. XIV.

Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns. *München*, in 8°. Bd. XVII, H. 1—2.

Beobachtungen (astronomische, magnetische u. meteorologische) an der K. K. Sternwarte zu *Prag*. Jahrg. LXVIII.

Bericht der naturforschenden Gesellschaft zu *Bamberg*, in 8°. XIX, XX.

Berichte der meteorolog. Commission des naturforsch. Vereins in *Brünn*, in 8°. Jahrg. XXV.

Bericht der naturwiss. Gesellschaft zu *Chemnitz*, in 8°. Bd. XVI.

Bericht der Westpreuss. botanisch-zoologischen Vereins. *Danzig*, in 8°. Bd. XXX.

Bericht über die Senkenbergische naturforschende Gesellschaft zu *Frankfurt a. M.*, in 8°. 1907.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft. *Freiburg i. Br.*, in 8°. Bd. XVII, H. 1.

Berichte des naturwiss.-medicinischen Vereins in *Innsbruck*, in 8°. Bd. XXXI, 1907—1908, mit Beilage.

Bericht (allgemeiner) und Chronic der in Jahre 1905 in Oesterreich beobachteten Erdbeben. *Wien*, in 8°. № 2, Officiele Publication; № 3, Officiele Publication.

Berichte des naturwiss. Vereins in *Landshut*, in 8°. 1904—1906.

Berichte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu *Leipzig*, in 8°. Bd. XLIX, H. 4; Bd. LX, H. 1—5.

Berichte des naturhistorischen Vereins zu *Passau*, in 8°. 1905—1907.

Berichte des naturwiss. Vereins zu Regensburg. *Reg.*, in 8°. Jahr. 1905—1906, H. 11.

Blätter für Kleingarntenbau. *Frankfurt*, in 8°. J. III, № 5.

Broteria. *Leipzig*, in 8°. Vol. VII.

Bulletin International. *Prague*, in 4°. An. XI.

Bulletin de la Soc. de médec. et natur. de Jassy. *Jassy*, in 8°. An. XXI, № 9—10.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de *Cracovie*, in 8°. 1907, № 4—10; 1908, № 1—3, 6—8.

Carinthio, in 8°. 1907, № 5—6; 1908, № 1—3.

Casopis Morawského Musea Lemskato. 8°. Roc. VIII, Cis. 1—2.

Casopis České Společnosti Entomologické. *Prague*, 8°. Roc. IV, Cis. 4; Roc. V, Cis. 1—3.

Centralblatt, Botanisches. *Kassel*, in 8°. 1907, № 50—52; 1908, № 1—48.

Ergebnisse der Kön. ger. Aeron. Observat. bei Lindenberg. *Braunschweig*, folio. Bd. II.

Erläuterungen zur geol. Specialkarte der Länder der ungarischen Krone. *Budapest*, in 8°. 1908.

Ergebnisse der Meteor. Beobacht. *Hamburg*, folio. J. XXIX.

Ergebnisse der Beobachtungen an den Stationen II u. III Ordnungs. *Berlin*, folio. J. 1902.

Földtani kozlöny. *Budapest*, in 8°. XXXVII, Köt. 9—12; Für. XXXVIII, Köt. 1—5 Für.

Гласник земаљског музеја у Босни и Херцеговини. *Сарајево*, in 8°. XIX, 1907, H. 4; XX, 1908, H. 1—3.

Годишникъ на Софійск. Университ. *Софія*, 4°. Bd. II, 1905—1906.

Jahrbücher der Hamburger Wissensch. Anstalt. *Hamburg*, in 8°. J. XXIV, mit 6 Beihafte.

Jahrbücher (Landwirtschaftliche). *Berlin*, in 8°. Bd. XXXVI, H. 1—6, mit Ergänzungsband. I u. II.

Jahrbuch der k. preussischen geologischen Landesanstalt und Bergakademie. *Berlin*, in 8°. Bd. XXV, H. 4; Bd. XXVIII, H. 3.

Jahrbuch (Deutsches Meteorologisches). *Bremen*. in 4°. Bd. XVIII.

Jahrbuch des ungarischen Karpathenvereins. *Iglö*, in 8°. Bd. XXXV.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*, in 8°. LVII, H. 1—3.

Jahrbuch des Nassauischen Vereins für Naturkunde. *Wisbaden*, in 8°. Bd. LXI.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Geodynamika. *Wien*, in 4°. N. F. Bd. XLIII, mit Anhang.

Jahrbuch (Ornithologisches). *Hallein*, in 8°. Bd. XIX, H. 1—6.

Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu *Braunschweig*, in 8°. 1905—1906, 1906—1907.

Jahresbericht der K. Ungarischen Geologischen Anstalt. *Budapest*, in 8°. 1906.

Jahresbericht der Gesellschaft f. Natur- und Heilkunde zu *München*, in 8°. 1906—1907.

Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft in *Emden*, in 8°. 1905—1906, 1906—1907.

Jahresbericht des Physikal. Vereins zu *Frankfurt a. M.* 1906—1907.

Jahresbericht der Gesellschaft d. Freunde der Naturwissensch. in *Gera*, in 8°. 1906—1907.

Jahresberichte der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft. *Leipzig*, in 8°. 1908.

Jahresberichte des Museums Francisko-Carolinum. *Linz*, in 8°. Jah. LXVI.

Jahresberichte der naturhistorischen Gesellschaft zu *Nürnberg*, in 8°. 1905.

Jahresberichte der K. Boehmischen Gesellschaft der Wissensch. in *Prag*, in 8°. 1907.

Jahresberichte des naturwiss. Vereins zu *Osnabrück*. in 8°. 1903—1906.

Jahresbericht d. Schlesischen Gesellschaft f. Vaterländ. Cultur. *Breslau*, in 8°. 1907.

Jahreshefte des Vereins für Schlesische Insektenkunde zu Breslau. *Bresl.*. in 8°. N. F. H. 33.

Jahresheft des naturwissenschaftlichen Vereins des Trenscener Comitates. *Trenscin*, in 8°. J. XXIX—XXX.

Insecten-Börse. *Leipzig*, in 8°. J. XXIV, № 52; J. XXV, № 1—49.

Izvestja Muzejskego Drustva Lubljani, in 8°. *Letnik*, XVII, Sešitek 1—6.

Lapok Rovurtani. *Budapest*, in 8°. XIV, Köt. 9—10, Für. XV, Köt. 1—2, Für. 3—6.

Litteraturblätter, Entomologische. *Berlin*, in 8°. 1908, № 1—11.

Katalog litteratury naukowy polskiej. *Krakow*, in 8°. T. VII, zeszyt. III—IV.

Magazin (Neues Lausitzesches). *Gorlitz*, in 8°. Bd. LXXXIII.

Magyar botanikai Lapok. *Budapest*, in 8°. Vol. VI, № 11—12; Vol. VII, № 3—8.

Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. *Berlin*, in 8°, Bd. XVIII, 4; XIX, 1.

Mittheilungen aus dem naturwiss. Verein von Neu Pommern und Rügen. *Berlin*, in 8°. Bd. XXXIX.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Dresden*, in 8°. 1908, H. 7.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ungar. Geolog. Anstalt. *Budapest*, in 8°. Bd. XVI, H. 2—3.

Mittheilungen des naturwiss. Vereins für Steiermark. *Graz*, in 8°. Bd. XLIII, H. 1—2; Bd. XLIV, H. 1—2.

Mittheilungen des Musealvereins für Krain. *Laibach*, in 8°. Jahrg. XX, H. 1—6.

Mittheilungen aus dem Vereine der Naturfreunde in *Reichenberg*, in 8°. J. XXXVIII.

Mittheilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde. *Salzburg*, in 8°. XLVIII.

Mittheilungen der praehistorischen Commission der K. Akademie der Wissenschaften. *Wien*, in 4°. Bd. II, № 1.

Mittheilungen der geologischen Landesanstalt von Elsass-Lothringen. *Strassburg*, in 8°. Bd. VI, H. 2.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu *Leipzig*, 8°. in 1906. 1907.

Mittheilungen des ornithologischen Vereins in *Wien*, in 4°. Bd.

Mittheilungen der Naturwiss. Gesellsch. „Isis" in Meissen. in 8°. 1907—1908.

Mittheilungen des K. K. Militär-Geographischen Institutes. *Wien*. in 8°. Bd. XXVII.

Mittheilungen der deutsch. Gesellschaft für Natur- u. Völkerkunde Ostasiens. *Tokyo*, in 8°. Bd. XI, Th. 2.

Monatsberichte der deutsch. geol. Gesellschaft. *Berlin*, in 8°. 1907, № 8—12; 1908, № 1—7.

Monatsschrift des Gartenbauvereins zu *Darmstadt*, in 8°. 1907. № 12; 1908, № 6—11.

Monatsschrift, Ornithologische. *Dresden*, in 8°. 1907, № 10—12; 1908, № 1.

Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften und der Universität zu *Göttingen*, in 16°. 1906, H. 2 (Geschäftliche Mittheilungen), H. 4—5 (Mathem. Phys. Klassen); 1907, H. 2 (Gesch. Mittheil.); 1908, H. 1—2 (Gesch. Mittheil.).

Noturae Novitates. *Leipzig*, 1907, № 21—24; 1908, № 1—17.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde u. verwandte Wissenschaften. *Darmstadt*, in 8°. Fol. 4, H. 28.

Notizblatt des Königl. botanischen Gartens u. Museums zu Berlin. *Dahlem*, 8°. 1907, № 41—43.

Publicationen des Astrophysikalischen Instituts Königsstul-Heidelberg. *Heidelberg*, folio. Bd. III, № 4—6.

Rosprawy i Sprawozdania z Pasiedzen mydziatu mat-pyzyr. Akademii Umejetnosei. *Krakow*, in 8°. T. VI, A—B.

Rosprawy Céské Akademie Cisaře Francisca Josefa. *Prag*, in 4°. Trida II, Ročnik XVI.

Schriften der naturforsch. Gesellschaft in *Danzig*, in 4°, in 8°. N F. Bd. XII, H. 2.

Schriften des naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. *Kiel*. in 8°. Bd. XIV, H. 1.

Schriften d. Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in *Wien*, 16°. Bd. XLVIII.

Sitzungsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissensch. *Berlin*, in 8°. 1907. H. XXXIX—LIII.

Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu *Berlin*, in 4°. 1907, № 1—10.

Sitzungsberichte u. Abhandlungen der naturf. Gesellschaft „Isis" zu *Dresden*, in 8°. 1907, № 7—12; 1908, № 1—6.

Sitzungsberichte u. Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu *Erlangen*, in 8°. Bd. XXXVIII.

Sitzungsberichte der naturforsch. Gesellschaft in *Leipzig*, in 8°. J. XXXIII.

Sitzungsberichte der K. Boehmischen Ges. der Wissenschaften in *Prag*, in 8°. 1907.

Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften in *Marburg*, in 8°. 1907.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Classe. *Wien*, in 8°. 1907, H. III.

Sitzungsberichte des naturhist. Vereins der pr. Rheinlande. *Brünn.*, in 8°. 1907, H. 1—2.

Sitzungsberichte der K. bayerischen Akademie der Wissensch. *München*, in 8°. 1908, H. 1.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiol. in München. *Mün.*, in 8°. XXIII. H. 2; XXIV, H. 1.

Sitzungsberichte der phys.-medic. Gesellschaft in *Würzburg*, in 8°. 1907, № 3—7.

Sitzungsberichte des Deutschen Naturwiss. Vereines für Böhmen «Lotos». *Prag*, in 8°. N. F. Bd. XXVI.

Verhandlungen des botanischen Vereins für die Prov. Brandenburg und die angrenz. Länder. *Berlin*, in 8°. Jg. XLIX.

Verhandlungen des naturforsch. Vereins in *Brünn*, in 8°. Bd. XLV.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. *Braunschweig*. Jg. X, № 1—7.

Verhandlungen des naturwiss. Vereins zu *Hamburg-Altona*. Dritte Folge, Bd. XV.

Verhandlungen des Vereins für naturwiss. Unterhaltung zu *Hamburg*. 1905—1907.

Verhandlungen u. Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaft zu *Hermannstadt*, in 8°. Bd. LVII.

Verhandlungen des Vereins der preuss. Rheinlande. *Bonn*, in 8°. Bd. LXIV, H. 1—2.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. *Wien*, in 8°. 1907, № 11—14; 1908, № 1—18.

Verhandlungen der zoologisch-botan. Gesellschaft. *Wien*, in 8°. LVII, H. 8—10; LVIII, H. 1—7.

Verhandlungen der physik.-medicin. Gesellschaft in *Würzburg*, in 8°. Bd. XXXIX, № 3—7; Bd. XL, № 1.

Verhandlungen der ornithol. Gesellschaft in Bayern. *München*. in 8°. Bd. VII.

Veröffentlich. des Kög. preuss. Meteor. Instituts. *Berlin*, in 4°. 1907, №№ 195, 197, 199.

Вѣстникъ народнаго дома. *Львовъ*. in 8°. 1907, № 12; 1908, № 1—11.

Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft. *Berlin*, in 8°. Bd. LIX, H. 4; Bd. LX, H. 1—3.

Zeitschrift (Berliner u. Deutsche) Entomologische. *Berlin*, in 8°, Bd. LII, H. 1.

Zeitschrift (Jenaische) für Medicin u. Naturwissenschaft. *Leipzig*, in 8°. N. F. Bd. XLIII, H. 2.

Zeitschrift für Ornithologie u. practische Geflügelzucht. *Stettin*, in 8°. Bd. XXXI, № 7—11.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. *Brünn*, in 8°. 1908, I—II, VIII.

Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. *Berlin*, in 8°. 1907, № 10; 1908, № 1—9.

Zeitung (Wiener Entomologische). *Wien*, in 8°. Bd. XXVI, H. 10; Bd. XXVII, H. 1—8.

Zeitung (Entomologische) herausg. von d. entomologischen Vereine zu *Stettin*, in 8°. LXIX, H. 1—2; LXX, H. 1.

Записницы Српской геологич. Друштва. *Belgrad*. XIV година, XV година, 6—8.

Zprawy Kommisse pro přirodovedecké prozkonmani Moravy. Oddeleni zoologické. Cis. 7, 8. Oddeleni botanické. Cis. 2.

VI. Journaux italiens.

Annuario del Museo Zoologico della R. Univ. di Napoli. *Napoli*, folio. Vol. II, № 17—27.

Atti della Societa Ital. per il progresso delle Scienze. *Roma*, in 4°. Prima Reunion.

Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali in *Catania*, in 4°. An. LXXXIV, Ser. 4, Vol. XX.

Atti della Societa Italiana di Scienze Naturali. *Milano*, in 8°. Vol. XLVI, Fasc. 3, Fogli 5, fasc. 4, Fogli 7.

Atti dell'Accademia delle Scienze fisiche et matematiche. *Napoli*, in 4°. Ser. 2, Vol. XIII.

Atti della Accademia Scientifica Veneto-Trentino-Istriana. *Padova*, in 8°. Ser. 3. Anno I.

Atti della Soc. Ital. di Scienze Nat. e del Museo Civico. *Pavia*, in 8°. Vol. XLVII, fasc. 1, 2.

Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali di *Pisa*, in 8°. Vol. XVII, № 2—4; Vol. XXIII.

Atti della R. Accademia dei Lincei. *Roma*, in 4°. Vol. XVI, № 10, 12; Vol. XVII, № 1—12.

Atti dell'Accademia Pontificia de Nurri Lincei. *Roma*, in 4°. An. LIX, Sec. 4—7; An. LX, Sec. 1—7.

Atti della R. Accademia di Scienze di *Torino*, in 8°. Vol. XLII, Dis. 7—15.

Atti dell'Instituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. *Venezia*, in 8°. T. XV. Dis. 1—10; T. XVI. Dis. 1—10; T. XVII. Dis. 1—5.

Atti e Memorie dell'Acad. d'Agricult., Scienze, Lettere di Verona. *V.*, in 8°. Ser. IV, Vol. VII, App. ad Vol. VII.

Atti della Societa Veneto-Trentina di Scienze Naturali. *Padova*, in 8°. Ann. V, Fasc. 1; An. IV, Fasc. 1—4.

Atti della I. R. Accademia di Scienze, Lettere et Art. in Rovereto. *Rovereto*, in 8°. Ser. 3, Vol. XIII, Fasc. 3—4; Vol. XIV, Fasc. 2.

Bolletino mensile delle Sedute Accademia Gioenia in *Catania*, in 8°. 1908, № 1—4.

Bolletino della Societa Geografica Italiana. *Roma*, in 8°. Ser. 4, Vol. VIII, № 8—12; Vol. IX, № 1—6.

Bolletino della Societa Entomologica Italiana. *Firenze*, in 8°. Trim. 3—4, An. XXXVIII.

Bolletino delle publicazioni italiane (Bibl. Naz. Centrale di *Firenze*), in 8°. 1907, № 84—87; 1908, 89—95.

Bolletino della Societa di Natural. in Napoli. *Napoli*, in 8°. Vol. XXI.

Bolletino della Societa Africana d'Italia. *Napoli*, in 8°. An. XXVI, Fasc. 11; Ann. XXVII, Fasc. 1—6.

Bolletino bimensuale del Comitato Direttivo. *Torino*, in 8°. Serie 3. Vol. XXVI, № 8—12; Vol. XXVII, № 4—6.

Bolletino del Laboratorio di Zoologia Generale Agraria. *Portici*, in 4°. Vol. I—II.

Bolletino della Società Zoologica Italiana. *Roma*, in 8°. Ser. 2, Vol. III, Fasc. 4—9; Vol. IX, Fasc. 1—2.

Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia. *Roma*, in 8°. Ser. 4, Vol. VIII, Trim. 3—4; Vol. IX, Trim. 1—2.

Bolletino dei Musei di Zoologia ad Anat. comparata della R. Universita di *Torino*, in 8°. Vol. XXII.

Bolletino della Società Botanica Italiana. *Firenze*, in 8°. 1907, № 7—9; 1908, № 1—6.

Bolletino bibliographica d. Botanica Italiana. *Firenze*, in 8°. 1908, Prima Sem.

Bolletino Meteorologico e Geodynamico, in 8°. 1907, № 10—11.

Commentari dell Ateneo di *Brescia*, in 8°. Ann. 1907.

Gazetta Chimica *Roma*, in 8°. An. XXXVII, Fasc. 6; An. XXXVIII, Fasc. 1.

Giornale (Nuovo) Botanico Italiano. *Firenze-Pisa*, in 8°. Vol. XIV, № 4; Vol. XV, № 1—2.

Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti. *Milano*, in 4°. Vol. XX, Fasc. 9.

Memorie della Societa dei Spettroscopisti Italiana. *Catania*, folio. Vol. XXXVII, Diap. 3a.

Memorie della Societa dei Spettroscopisti Italiani. *Palermo-Roma*, in 4°. Vol. XXXVI, Des. 12ª; Vol. XXXVII, Dis. 1—2, 4—10ª.

Memorie dell R. Instituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. *Venezia*, in 4°. Vol. XXVII, № 6—10; Vol. XXVIII, № 1.

Naturalista, il siciliano. *Palermo*, in 8°. Vol. XX, № 1—8.

Notarisia (la Nuova), in 8°. Ser. 19, № 1, 4, 7, 10.

Publicazioni dell'Osservatori del Colleg. alla Querce. *Firenze*, in 4°. Ser. in 4°. № 15—19.

Publicazioni del R. Osservatorio di Brera in *Milano*. in 4°. T. XLIV.

Rendiconti dell'Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. *Napoli*, in 4°. Ser. 3, Vol. XIII, № 3—12; Vol. XIV, Fasc. 4—7.

Rendiconti del R. Inst. Lombardo di Scienze e Lettere. *Milano*, in 8°. Vol. XXXIX, Fasc. 17—20.

Rivista Geografica Italiana. *Firenze*, 8°. Ann. XIV, Fasc. 10; Ann. XV, Fasc. 1—9.

VII. Journaux espagnols, portugais, roumains, japonais etc.

Actes de la Soc. Scient. du Chili. *Santiago*, in 8°. T. XVII, Liv. 1—5.

Annales Scientificos da Academia Polytechnica do Porto. *Coimbra*, in 8°. Vol. II, № 4; Vol. III, № 1—2.

Anales de la Sociedad Cientifica Argentina. *Buenos-Aires*, in 8°. T. LXIV, Entr. 2—6; T. LXV, Entr. 1—6; T. LXVI, Entr. 1.

Anales del Museo Nacional de Montevideo. *Mont.*, folio. Vol. VI.

Anales del Museo Nacional de *Buenos-Aires*, fol. Ser. 3, T. VII, T. IX.

Anales del Museo Nacional de Mexico. *Mexico*, in 4°. T. IV, № 9—12; T. V, № 1—8.

Annales scientifiques de l'Univ. de Jassy. *Jassy*, in 8°. T. V, Fasc. 11.

Anales de la Faculdad de Ciencias de Zaragoza. *Zarag.*, in 8°. Ann. XI, № 6.

Annuario de la R. Academia de Ciencias. *Madrid*, in 8°. 1908.

Annuario publicado pelo Imp. Observatorio do *Rio-de-Janeiro*, in 36°. An. XXIV.

Anales del Museo de la Plata. *Buenos-Aires*, folio. T. I, Ser. 2.

Annotationes Zoologicae Japonensis. *Tokyo*, in 4°. Vol. VI, p. 3—4.

Boletim da Sociedade Broteriana. *Coimbra*, in 8°. Vol. XXIII.

Bolletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Peru. *Lima*, in 4°. 1907, № 53, 55—62.

Boletim da Sociedade da Geographia de *Lisboa*, in 8°. 1907, № 10—12; 1908, № 1—8.

Bulletim de la Société Portugaise des Sciences Natur. *Lisbonne*, in 8°. Vol. I, Fasc. 4.

Boletim mensues do Observatorio do Rio-de-Janeiro. *Rio-de-Janeiro*, in 8°. 1907, № 1—6.

Boletin Madras Governement Museum. *Madras*, in 8°. Vol. V, № 3.

Boletin de la Sociedad Nacional de Agricult. *San-Jose*, in 8°. An. II, № 13—15.

Boletin de la Real Sociedad Esp. di Hist. Natural. *Madrid*, in 8°. T. VII, № 6—10; T. VIII, № 1—4, 6—8.

Boletin do Museo Goeldi. *Parà*, in 8°. Vol. V, № 1.

Boletin des Obser. Nacional Fisico-Climatologico. *Montevideo*, in 8°. Vol. VI, № 52—54.

Boletin mensual del Observat. Meteorologico-Magnetico Central de *Mexico*, in 4°. 1908, I—VII.

Boletin de la Sociedad Geol. Mexicana. *Mexico*, in 8°. T. II.

Boletin de la Secretaria di Fomento. *Mexico*, in 8°. An. VII, I, 4, 7, 8, 9; II, 3, 4, 5, 7, 8; III, 4—9; IV, 2, 4—6; VI, 4.

Boletin de la Sociedad Aragonesa de Sciencias Naturales. *Zaragoza*, in 8°. T. IV, № 8—10; T. VII, № 1—7.

Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de *Jassy*, in 8°. An. XXI, № 11—12; An. XXII, № 1—8.

Boletin Mensuel Direccion General de Estatistica de la Provincia de *Buenos-Aires*, in 4°. Ann. VIII, № 83—90.

Comision de parasitologia Agricola del. Sec. de Fomento. *Mexico*, 8°. Circul., № 64—69.

Journal of the College of Sciences, Imper. Univers. Japan. *Tokyo*, Vol. XXI, Art. 8, 12; Vol. XXIII; Art. 2 — 14; Vol. XXIV; Vol. XXV, Art. 1—19.

Memorias de la Real Acad. de Ciencias y Artes de Barcelona. *Barcel.*, folio. Vol. III, Vol. IV, № 26, 29—33; Vol. VII, № 1, 3—5.

Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. *Madrid*, in 8°. T. V, Mem. 2-a—4-a; T. I, Mem. 21—26.

Memorias y Revista de la Sociedad Cientifica «Antonio Alzate». *Mexico*, in 8°. T. XXIV, № 10—12; T. XXV, № 1—2; T. XXVI, № 1—3, 6—9.

Mittheilungen aus der Medic. Facultät des Kais. Japan. Universität. *Tokyo*. in 4°. Bd. VII, № 34.

Revista de la R. Acad. de Ciencias exactas, fisicas y naturales. *Madrid*, in 8°. T. VI, № 1—12.

Revista del Museo de *La Plata*, in 8°. XII, Enter. 1—2; XIII.

Revista da Sociedad Scientifica de *San-Paolo*, in 8°. Vol. II, № 1—8.

VIII. Journaux belges.

Annales de la Société Entomologique de Belgique. *Bruxelles*, in 8°. T. LI.

Annales de la Société Royale Malacologique de Belgique. *Bruxelles*, in 8°. T. XLI, T. XLII.

Annales de la Société Belge de Microscopie. *Bruxelles*, in 8°. T. XXVIII, Fasc. 2.

Annales de l'Observatoire Royal de *Bruxelles*, in 4°. T. III, Fasc. 3.

Annales de la Société Géologique de Belgique. *Liège*, in 8°. T. XXXIV, livr. 2—3; T. XXXV, liv. 1. T. XXV bis in 4°.

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. *Bruxelles*, in 16°. 1908.

Annuaire Astronomique. *Bruxelles*, in 4°. 1908.

Bulletin de l'Académie d'Archéologie de Belgique. *Anvers*, in 8°. 1907, III—V; 1908, I—II.

Bulletin de la Société Royale Botanique de Belgique. *Bruxelles*. in 8°. T. XLIV, Fasc. 1—3.

Bulletin de la Société Belge de Géologie. *Bruxelles*, in 8°. T. XXI, Proc. Verb. V—VII, X—XII; Mem. Fasc. II—IV.

Bulletin de la Classe des Sciences. *Bruxelles*, in 8°. 1907, № 6—12; 1908, № 1—2.

Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. *Bruxelles*, in 4°. Ser. 2, T. I, Fasc. 3—5; I, II, Fasc. 1—2.

Mémoires de la Société Royale des Sciences de *Liège*, in 8°. Sér. 3, T. VII.

Revue de l'Université de *Bruxelles*, in 8°. 1907, № 1—8.

Revista la Sociedade Scient. de São Paulo. *S. P.*, in 8°. Vol. II, № 1—12.

IX. Journaux suisses.

Actes de la Soc. Helvitique des Sciences Natur. *Fribourg*, Vol. I—II.

Bulletin des Séances de la Société Vaudoise des Sc. Naturelles. *Lausanne*, in 8°. Ser. 5, XLIII, № 160—163.

Bulletin de la Société Neuchateloise des Sciences natur. *Neuchatel.*, in 8°. T. XXXIII, T. XXXIV.

Compte rendu des travaux présentés aux sessions de la Société helvétique des sciences naturelles. *Genève*, in 8°. 1907.

Denkschriften, neue, der allgemeinen Shweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften (Nouveaux Mém. de la Société Helvétique des sciences naturelles). *Zürich*, in 4°. Bd. XLII, XLIII.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. *Chur.*, in 8°. N. F. Bd. L.

Jahrb. der St. Gallischen naturwissensch. Gesellsch. *St. Gall.*, in 8°. 1906.

Mittheilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. *Bern*, in 8°. Vol. XI, H. 7—8.

Mittheilungen der physikalischen Gesellschaft in *Zürich*, in 8°. 1908, № 13.

Mémoires de la Société d'emulation du Jura. Ser. 8, Vol. I.

Revue Savoisienne. *Annecy*, in 8°. An. XLVIII, Trim. 2—4; An. XLIX, Trim. 1—2.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in *Basel*, in 8°. Bd. XIX, H. 3.

Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in *Zürich*, in 8°. Bd. LII, H. 3—4.

X. Journaux russes.

Аквариумъ и комнатныя растенія. *Москва*, in 8°. 1908, № 1—2.

Архивъ біологическихъ наукъ. *Спб.*, in 4°. Т. XIII, № 4, 5; т. XIV, 6, 1—2.

Вѣстникъ Рыбопромышленности. *Спб.*, in 8°. Т. XXII, № 12; т. XXIII, № 1—11.

Дневникъ отдѣла ихтіологіи Имп. Русск. Общ. Акклиматизаціи животныхъ и растеній. *Москва*, in 8°. 1908. Кн. 2, вып. 9—10.

Древности восточныя. Труды восточной комиссіи Имп. Русск. Археол. Общ. *Спб.*, folio. Т. III, вып. 2.

Ежегодникъ Тобольскаго губернскаго музея. *Тобольскъ*, in 4°. Т. XIV, вып. 16.

Ежегодникъ Россіи. *Спб.*, in 8°. 1907, ч. IV.

Ежегодникъ Зоологическаго Музея Имп. Академіи Наукъ. *Спб.*, in 8°. Т. XII, № 3, 4; т. XIII, № 1—3.

Ежегодникъ по Минералогіи и Геологіи Россіи. *Ново-Александрія*, in 4°. Т. VIII, кн. 10; т. IX, кн. 7—10; т. X, кн. 1—6.

Журналъ Мин. Народнаго Просвѣщенія. *Спб.*, in 8°. 1908, № 1—12.

Журналъ опытной агрономіи. *Спб.*, in 8°. Ч. IX, кн. 1—3, 5.

Журналъ (Лѣсной). *Спб.*, in 8°. XXXVII, № 9, 10; т. XXXVIII, № 1—9.

Журналъ (ботаническій). *Спб.*, in 8°. 1907, № 3—8; 1908, № 1.

Журналъ Русскаго Физико-Химическаго Общества. *Спб.*, in 8°. Т. XXXIX, вып. 9; т. XL, вып. 1—8.

Записки Ново-Александрійскаго Института Сельскаго Хоз. и Лѣсоводства. *Варшава*, in 8°. Т. XIX, вып. 2.

Записки Уральскаго Общ. Любит. Естествознанія. *Екатеринб.*, in 4° и in 8°. Т. XXVII.

Записки (Ученыя) Имп. Казанскаго Университета. *Казань*, in 8°. LXXV, кн. 1—11.

Записки Моск. Отдѣл. Имп. Русскаго Техническаго Общ. *Москва*, in 8°. Т. XXX, № 1—8, 11—12; т. XXXI, № 1—2.

Записки (Ученыя) Московскаго Университета. *Москва*, in 8°. Отд. физико-матем. 1908, вып. 24. Отд. естеств. истор., вып. 22.

Записки Кіевскаго Общества Естествоиспытателей. *Кіевъ*, in 8°. Т. XX, вып. 3.

Записки Имп. Общества Сельск. Хозяйства Южной Россіи. *Одесса*, in 8°. 1907, № 10—12; 1908, № 1—9.

Записки Крымско-Кавказскаго Горнаго Клуба. *Одесса*, in 8°. 1907, № 4—12; 1908, № 1—3.

Записки Западно-Сибирскаго отд. Имп. Русскаго Географическаго Общ. *Омскъ*, in 8°. Кн. XXXIII и XXXIV.

Записки Русскаго Бальнеологическаго Общества въ Пятигорскѣ. *Пятигорскъ*, in 8°. Т. IX. № 3—4.

Записки Имп. Р. Географ. Общ. по отд. Этнографіи. *Спб.*, in 8°.

Записки Имп. Р. Географ. Общ. по отд. Географіи. *Спб.*, in 8°. XLI, № 1.

Записки Военно-Топографическаго отд. Главнаго Штаба. *Спб.*, in 4°. Прилож. къ т. LXII.

Записки (Ученыя) Имп. Юрьевскаго Университета. *Юрьевъ*, in 8°. Ч. XV, № 9; ч. XVI, № 1—4, 6—7.

Записки Кавказскаго отд. Имп. Р. Географическаго Общ. *Тифлисъ*, in 8°. Кн. XXVI, вып. 4.

Записки Харьковскаго отд. Имп. Р. Техническаго Общ. *Харьковъ*, in 8°. 1908, № 1—2.

Записки Общ. изученія Амурскаго края. *Владивостокъ*, in 8°. Т. X.

Извѣстія Имп. Лѣснаго Института. *Спб.*, 8°. Вып. XVII.

Извѣстія физико-математическаго Общества при Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 8°. 2 сер. т. XVI, № 1.

Извѣстія Варшавскаго Политехническаго Института Имп. Николая II. *Варшава*, in 8°. 1907, вып. 2.

Извѣстія (Варшавскія Университетскія). *Варшава*, in 8°. 1907, вып. III—IV.

Извѣстія Восточно-Сибирскаго отд. Имп. Р. Географ. Общ. *Иркутскъ*, in 8°. Т. XXXV, № 2.

Извѣстія Кавказскаго Музея. *Тифлисъ*, in 8°. Т. III, вып. 1—4; т. IV, вып. 1—2.

Извѣстія (Кіевскія Университетскія). *Кіевъ*, in 8°. Т. XLVII, № 10—12; т. XLVIII, № 1—9.

Извѣстія Кіевскаго Политехническаго Института. *Кіевъ*, in 8°. Т. VII, кн. 2—4; т. VIII, кн. 1—2.

Извѣстія Моск. Сельскохозяйст. Института и Лѣсной Академіи. *Москва*, in 8°. Т. XIII, кн. 4; т. XIV, кн. 1—3.

Извѣстія Николаевскаго рыбоводнаго завода. *Спб.*, in 8°. 1908, № 11.

Извѣстія Имп. Академіи Наукъ. *Спб.*, in 4°. 1908, № 1—17.

Извѣстія Геологическаго Комитета. *Спб.*, in 8°. Т. XXV, № 10; т. XXVI, № 1—7.

Извѣстія Красноярскаго Подотдѣла восточно-сибирскаго Отдѣла Имп. Русск. Геогр. Общ. *Красноярскъ*, in 8°. Т. II, вып. 3—4.

Извѣстія Имп. Русскаго Географическаго Общества. *Спб.*, in 8°. XLI, вып. 5, т. XLII, вып. 4—5; XLIII, XLIV, вып. 1—8.

Извѣстія Кавказскаго отд. И. Р. Географическаго Общ. *Тифлисъ*, in 8°. Т. XIX, № 3.

Извѣстія С.-Петерб. Ботаническаго сада. *Спб.*, in 8°. Т. VII, вып. 4—6; т. VIII, вып. 1—4.

Извѣстія Имп. Томскаго Университета. *Томскъ*, in 8°. Т. X, № 1—2.

Извѣстія Томскаго Техническаго Института Имп. Николая II. *Томскъ*, in 8°. Т. VIII, № 5; т. IX, № 3.

Извѣстія Технологическаго Института. *Спб.* in 8°. Т. XVIII, XIX.

Извѣстія Туркестанскаго Отдѣла Имп. Русск. Географич. Общ. *Ташкентъ*, in 8°. Т. IV. Прилож. къ т. VI, т. VII.

Книжка (Памятная) Константиновскаго Межевого Инст. *Москва*, in 8°. 1906/7 г.

Лѣтописи Главной Физической Обсерваторіи. *Спб.* in 4°. 1904/5 г., ч. I, ч. II, вып. 1—2.

Календарь Астрономическій. *Нижній-Новгородъ*, in 8°. Т. XIV.

Матеріалы къ познанію природы Орловской губерніи. *Орелъ*, in 8°. 1908, № 8.

Обсерваторія (Метеорологич.) *Нижній-Ольгедаевъ*, in 4°. № 24—29.

Отчетъ годичный Император. Казанскаго Университета. *Казань*, in 8°. 1906 г.

Отчеты о состояніи и дѣйствіяхъ Император. Московскаго Университета. *Москва*. in 8°. 1907, ч. 1.

Отчетъ Московскаго Публичнаго и Румянцовскаго Музея. *Москва*, in 8°. За 1907.

Отчетъ Одесской Городской Публичной Библіотеки. *Одесса*, in 8°. За 1907 г.

Отчетъ Имп. Вольнаго Экономическаго Общества. *Спб.*, in 8°. 1907 г.

Отчетъ по Естественно-Историческому Музею Полтавскаго губернскаго земства. *Полтава*, in 8°. За 1906 г.

Отчеты по Зоологическому Музею Импер. Академіи Наукъ. *Спб.*, in 8°. 1907 г.

Отчетъ Красноярскаго Подотдѣла Имп. Русск. Геогр. Общества. *Красноярскъ*, in 8°. За 1906 г.

Отчетъ о дѣятельности Новороссійскаго Общества Естествоиспытателей. *Одесса*, in 8°. За 1905—1907 г.

Отчетъ о дѣятельности Спб. Ботаническаго сада. *Спб.*, 8°. За 1907 г.

Отчеты Николаевской Главной Астрономической Обсерваторіи. *Спб.*, in 8°. 1907—1908 г.

Отчетъ Николаевской Общественной библіотеки и ея отдѣленій. *Спб.*, за 1907 г.

Отчетъ Астрах. Управ. рыбнымъ и тюленевымъ промыслами. *Астрахань*, in 8°. За 1902—1904.

Отчетъ о дѣятельности губернскаго Энтомолога Таврическаго земства. *Симферополь*, in 8°. Ч. XV.

Отчетъ по Естествоисторическому Музею Таврическаго земства. *Симферополь*, in 8°. Ч. VIII.

Почвовѣдѣніе *Спб.*, in 4°. 1904, № 4; 1908, № 1—3.

Протоколы Касп.-Волжск. рыбныхъ и тюленевыхъ промысловъ. *Астрахань*, in 8°. 1905—1906.

Протоколы засѣданій Имп. Виленскаго Медиц. Общ. *Вильна*, in 8°. Годъ CI, № 1, 7; CII, № 1.

Протоколы засѣданій Общества Естествоиспытателей при Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 8°. 1904—1906.

Протоколы и труды засѣданій Имп. Кавказскаго Медицинскаго Общества. *Тифлисъ*, in 8°. 1907, № 19.

Протоколы Общ. Естествоиспыт. при Имп. Юрьевскомъ Университетѣ. *Юрьевъ*, in 8°. Т. XVI, ч. 2—4; т. XVII, № 1—2.

Рѣчь и отчетъ о состояніи Московскаго Сельскохозяйственнаго Института. *Москва*, in 8°. За 1906 г.

Сборникъ Трудовъ Терскаго Отдѣл. Имп. Русскаго Техническаго Общества. *Грозный*, in 8°. 1908, вып. 1.

Сборникъ (Математическій). *Москва*, in 8°. Т. XXVI, 3—4.

Сборникъ (Алтайскій). *Барнаулъ*, in 8°. Т. VIII.

Сборникъ трудовъ, исполненныхъ студентами при Метеорологической Обсерваторіи Имп. Юрьевскаго Университета. *Юрьевъ*, in 8°. Т. III.

Сообщенія и протоколы засѣданій Математическаго Общества при Имп. Харьковскомъ Университетѣ. *Харьковъ*, in 8°. 2 сер., т. X, № 3—4.

Труды Владимірскаго Общества Любителей Естествознанія. *Владиміръ*, т. II, № 2.

Труды Геол. Музея Имп. Петра I. *Спб.*, in 8°. Т. II, вып. 1—2.

Труды Общества Естествоиспытателей при Имп. Казанскомъ Университетѣ. *Казань*, in 4°, и in 8° Т. XXXVIII, № 4—6.

Труды Комиссіи по сохраненію древнихъ памятниковъ. «Древности». *Москва*, folio. Т. II.

Труды Медицинской Химической Лабораторіи Имп. Моск. Университета. *Москва*, in 8°. 1904/5 г.

Труды Отдѣл. Ихтіологіи Имп. Русск. Общества Акклимат. животныхъ и растеній. *Москва*, in 8. Т. V, VI.

Труды Топогр. Геодезич. Комиссіи Геогр. Отдѣленія Имп. Общ. Любит. Естествознанія, Антропологіи и Географіи. *Москва*, in 8°. Вып. XXI. Зоол. отд., т. XIII, № 9. Антропол. отд., т. XXVI.

Труды Общ. Одесскихъ Врачей. *Одесса*, in 8°. 1908, вып. V—VI.

Труды Имп. Вольнаго Экономическаго Общества. *Спб.*, in 8°. 1907, № 4—6; 1908, № 1—3.

Труды С.-Петербургскаго Общества Естествоиспытателей. *Спб.*, in 8°. 1907, № 7—8; 1908, № 1—5. Прот. т. XXXII. Отд. геол. и минер., вып. 5, т. XXXIV. Отдѣл. ботанич., вып. 3, т. XXXVII. Отдѣл. зоол. и физіол., вып. 3, XXXVIII. Отд. зоол. и физіол., вып. 2.

Труды Ботаническаго Музея Импер. Академіи Наукъ. *Спб.*, in 8°. Вып. IV.

Труды Имп. С.-Петербургскаго Ботаническаго Сада. *Спб.*, in 8°. Т. XXVII, вып. 2; т. XXVIII, вып. 1; т. XXIX, вып. 1.

Труды бюро по прикладной ботаникѣ. *Спб.*, in 8°. 1908, № 1—6.

Труды Геологическаго Комитета. *Спб.*, in 4°. Нов. сер., вып. 16, 22, 1 и 2 ч., 31—35.

Труды геологической части Кабинета Его Имп. Величества. *Спб.*, in 8°. Т. VIII, вып. 1.

Труды Общества Естествоиспытателей при Имп. Юрьевскомъ Университетѣ. *Юрьевъ*, folio. Т. XVIII.

Труды и протоколы Имп. Кавказскаго Медицинскаго Общ. *Тифлисъ*, in 8°. Т. XLIV, вып. 2—4.

Труды Общества Физико-химич. Наукъ при Импер. Харьковскомъ Университетѣ. *Харьковъ*, in 8°. Т. XXXV, вып. 28.

Труды Комитета Шелководства И. Моск. Общ. Сельск. Хоз. *Москва*, in 4°. Вып. IX, X.

Труды Бессарабскаго Общества Естествоиспытателей. *Кишеневъ*, in 8°. Т. I, вып. 2.

Труды Саратовскаго Общества Естествоиспытателей и любителей Естествознанія. *Саратовъ*, in 8°. Т. V, вып. 1.

Arbeiten des naturforschenden Vereins in Riga. *Riga*, in 8°. N. F. Heft XI.

Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie Imp. des Sciences. *St.-Pétersbourg*, in 4°. Classe Physico-Mathém. Ser. V. T. XXV, 1906.

Bulletin de la Commission Géologique de Finlande. *Helsingfors*, in 8°. № 19.

Jahrbuch, Meteorologisches für Finland. *Helsingfors*, 1908.

Mélanges de l'Acad. Imp. des Sciences de *St.-Pétersbourg*. Ser. 7. T. XV, № 1; T. XVI, № 2; T. XIV, № 9; T. XIII, № 7; T. XXIII, № 1. Ser. 8, T. XVIII, № 2—6; T. XX, № 6—11; T. XXI, № 1—2; T. XXII, № 1—9.

Mittheilungen der internationalen Polar-Commission. *St.-Petersb.*, in 4°.

Pamietnik Fizyograficzny. *Warszawa*, in 4°. T. XVIII, 1904.

Sitzungsberichte der kurländ. Gesellschaft für Litter. u. Kunst. *Mitau*, in 8°. 1906.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Geschichte und Alterthumskunde der Ostseeprovinzen. *Riga*, in 8°. 1906, 1907.

Untersuchungen, finländische hydrographisch-biologische. *Helsingfors*, folio. 1908, № 2.

The History of the geological Society of London. London, in 8°. 1907.

David G. Stead. Note on a Small Collection of Fisches from Suwarow Island. Sydney, 8°. 1907.

— Additions to the Fish-Fauna of New South. Sydney, in 8°. 1907.

Christensen, Carl. Revision of the American Species of Dryopteris of the Group of D. Opposita. Kobenhawn, in 4°. 1907.

Sars, G. O. An Account of the Crustacea of Norway. Vol. V. Copepoda, parts XIX, XX. Bergen, in 4°. 1907.

Jorgensen, S. M. Om Iltens opdagelse. Kobenhawn, in 4°. 1907.

Société d'Océanographie du Golf de Gascogne. Rapports présentés à l'Assemblée générale de Janvier 1907. Bordeaux, in 8°. 1907.

Hookers Icones Plantarum. Vol. IX, p. II. Ser. 4. (Dulau). London, in 8°. 1907.

Los Calendarios Mexicanos por Mariano Fernández de Echeverria y Veybia. Edicion del Museo Nacional de Mexico. Mexico, folio. 1907.

Geologic Atlas of the United States.
„ Dover. Folio.
„ Snoqualmie. Folio.
„ Redding. Folio.
„ St. Marys. Folio.
„ Milwaukee special. Folio. Washington, 1906.

Козловъ, П. К. Монголія и Камь. Т. II, вып. 1. С.-Петербургъ, in 4°. 1907 г.

Сборникъ вводныхъ докладовъ на X Всероссійскомъ Лѣсохозяйственномъ Съѣздѣ въ Ригѣ. С.-Петербургъ, in 8°. 1903.

Дневникъ отдѣла Ихтіологіи Имп. Русскаго Общ. Акклиматизаціи животныхъ и растеній. Москва, in 8°. 1907, кн. II, вып. 8.

Sedgwick, Charles. The Problem of Age, Growth and Death. Boston, in 8°. 1907.

Minot, S. Charles. The segmental flexures of the Notochord. N.-Y. 1907.

Festschrift zur Erinnerung an die Eröffnung des neuerbauten Museums der Senkenbergischen Naturf. Gesellschaft. Frankfurt, in 8°. 1907.

Oshanin, B. Verzeichnis der Palaearktischen Hemozoteren. С.-Петерб., in 8°. 1908.

Dourc, N. Observations de l'eclipse totale de Soleil du 29—30 Août 1905. С.-Петерб., in 4°. 1905.

James, William. Louis Agassiz. Cambridge, 1897.

Agassiz, Alexander. An Adress of the oppening of the Geol. Section of the Harvard University Museum. Cambridge, 1902.

Müller, J. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Bipaloiden. Leipzig, in 8°. 1907.

Hulth, J. M. Bibliographia Linnaena. Berlin, in 8°. 1907.

The Foyer Collection of Meteorites. N.-York, 8°. 1907.

Гроссгеймъ А. А. и *И. В. Акинфіевъ.* Дикая растительность Славяносербскаго уѣзда. Харьковъ, in 8°. 1907 г.

Соколовъ, В. Геологическія работы по изслѣдованію водоснабженія въ селеніяхъ Тверской губ. Москва, in 8°. 1907.

Вернадскій, В. И. О кристаллической энергіи. Спб., in 4°. 1908.

Б. И. Меншуткинъ. Жизнь и дѣятельность Н. А. Меншуткина. Спб., in 8. 1908 г.

Статистика Россійской имперіи. Т. LXVI. Движеніе населенія въ Европейской Россіи и въ двухъ губ. Сибири, Енисейской и Тобольской за 1902 г. Спб., in 4°. Т. LXVII. Урожай 1907 г. I. Озимые хлѣба и сѣно. Спб., in 4°.

Правила XIV Археологическаго Съѣзда въ Черниговѣ въ 1908 г. Москва, folio. 1906.

Macdougal, D. T., A. M. Vadl and Shul. Mutations, variations and ralationships of the Oenotheras. Washington, 8°. 1907.

Die feierliche Inauguration des Rectors der K. K. Franz Josephs Universität in Czernowitz für das Studienjahr 1907/1908. Czernowitz, 8°. 1908.

Fontana Vittorio. Osservazioni Meteorologiche fatte dell anno 1906 all' osservazioni della R. Università di Torino. Torino, 8°. 1908.

André, Edmond. Species de Hyménophères d'Europe et d'Algérie. t. X. Paris, 8°. 1907.

Geologic Atlas of the United states.

" 1. { Lancaster-Monreal point, folio.
Wisconsin-Jowa-Illinois.
" 2. Rogersville, folio.
" 3. Pisgah, folio. North-Carolina, south Carolina.
" 4. Isplin District, folio. Missouri-Kansas.
" 5. Devile Tower, folio. Wyoming.
" 6. Penotscot bay, folio. Maine.
" 7. Amity, folio.
" 8. Bald Mountain-Dayton, folio. Wyoming.
" 9. Cloud Peak fort. Mc. Kinney, folio. Wyoming.
" 10. Nantahala, folio. North-Car.-Tennesi.

Emanuel Surdenborg. II. Cosmologica. Holmiae, 4°. 1908.

Le Opere di Galileo Galilei. Vol. III, p. 2. Vol. XIX, 1907, Firenze, 4°.

Favario Antonio. Per la Edizione Nazionale delle Opere di Galileo Galilei. 1907, Firenze, 4°.

Mielek, Wichelm. Pacifische Acanthometren. 1907, Kiel, 4°.

Keding, Max. Weitere Untersuchungen über stickstoffbindende Bakterie. 1906, Kiel, 4°.

Laackmann. Ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung der Tintinnen. 1906, Kiel, 4°.

Choffat, Paul. Essai sur la tectonique de la Chaîne de l'Arrabida. 1908, Lisbonne, 4°.

Le Néogène continental dans la Basse Vallée du Tage. P. I Paléontologie, par Fr. Roman. P. II Stratigraphie, par A. Foires. Lisbonne, 1907, 4°.

Bohm, Josef Georg. Die Kunst-Uhren auf der K. K. Sternwarte zu Prag. Prag, 1908, 4°.

Mc. Atee. Birds that eat scale insects. Washington, 1906.

Pascal, G. L'intervento chirurgico nelle paralisi traumatische del facciale. Napoli, 8°. 1906.

— L'interventio chirurgico nella crura degli aneurisai etc. Napoli, 8°. 1906.

Доничъ, Н. Н. Наблюденія прохожденія Меркурія по диску солнца 14 ноября 1907 года. Спб., in 4°.

Коврайскій, Ѳ. Ѳ. Осетровыя Кавказа, 8°. Тифлисъ, 1907 г.

Шавровъ, Н. Н. Шелководство и шелковая промышленность въ Турціи. Тифлисъ, in 8°. 1907 г.

Исторія Московскаго Военнаго Госпиталя. Москва, in 4°. 1908.

Статистика Россійской имперіи XLVII. Урожай 1907 года. II. Яровые хлѣба. III. Озимые хлѣба. Спб, in 4°. 1908 г.

Научные результаты путешествій Н. М. Пржевальскаго. Отдѣлъ зоологическій. Т. III, ч. I. Землеводныя и пресмыкающіяся. Спб., folio. Вып. 2, 1907 г.

Геологическія изслѣдованія въ золотоносныхъ областяхъ Сибири:

Амурско-Приморскій золотоносный районъ. Вып. XVII и XVIII.

Геологическая карта Енесейскаго золотоноснаго района. Описаніе листовъ I—9; I—8.

Геологическая карта Ленскаго золотоноснаго района. Описаніе листовъ IV—1 и IV—2.

Ѳоминъ, А. В. Cucurbitaceae и Companulaceae флоры Кавказа. Юрьевъ, 1907 г.

Тульчинскій, К. К. Русскій Сахалинъ и его минеральныя богатства. Спб., 1907.

Вернадскій, В. И. Опытъ описательной минералогіи. Т. I. Самородные минералы. Спб., вып. I, 1908 г.

Инструкція для изслѣдованія озеръ, составленная членами постоянной комиссіи по изученію озеръ Россіи. Спб., 1908 г.

Борхерсъ, пер. Петунникова. Таблицы качественнаго анализа при помощи паяльной трубки. Москва, 1906 г.

Вернадскій, В. И. О кристаллической энергіи. II. Объ одновременной кристаллизаціи двухъ не смѣшивающихся тѣлъ. Спб., 4°. 1908 г.

Тихомировъ, В. Новый гость нашихъ акваріумовъ. Nostoc Pruniforme Ag.

— Содержаніе въ акваріумѣ нашей прѣсноводной водоросли Nostoc Pruniforme Ag. Москва, 1908 г.

Разеивичъ, В. А. I. Рысь алтайская. II. Рысь туркестанская. Тула, 8°. 1908.

Каталогъ фундаментальной библіотеки Уманскаго ср. училища садоводства и земледѣлія. Умань, 8°. 1908 г.

M. Pavlow. Quelques Carnivores fossiles du gouvernement de Kherson et de Bessarabie. Одесса, 1908.

Meunier, Stanislas. Géologie. Ouvrage destiné aux élèves des écoles d'agriculture et de l'institut agronomique etc. Paris, 8°. 1908.

Janet, Charles. Notes extraites des Comptes Rendus des séances de l'Academie des Sciences. № 16, 19. Paris, 4°.

Němec, Prof. Dr. B. Anatomie a fysiologie rostlin. Část proni. Prague, 8°. 1907.

Velenovský, Dr. Jos. Všeobecná botanika Srovnávací morfologie. Dir. I, II. Prague, 8°. 1905, 1907.

Huygens, Christian. Oeuvres complètes, publiées par la Société Hollandaise des Sciences. T. XI. La Hay, 1908, 4°.

Teixeira, Dr. F. Gomes. Obras sobre matematica. Vol. II. Coimbra, 1906, 4°.

Vernadsky, I. Beiträge zur Energetik der Krystalle. Leipzig, 8°. 1908.

Verbeck, R. D. Rapport sur les Molugues, avec Atlas. Battavia, 8°. 1908.

Hansen, C. Recherches sur les singularités de certaines séries spéciales sur leur cercle de convergence. Kjobenhavn, 1908, 4°.

Borgesen, F. An ecological and systematic account of the Caulerpas of the Danish West Indies. Kobenhavn, 4°. 1908.

Spencer. Joseph William Winthrop. The Falls of Niagara, there evolution and varying relations to the great Lakes; characteristics of the power, and the effects of its diversion. Ottawa, 1907.

Pittman, E. F. Problems of the arterian Water Supply of Australia with special reference to Professor Gregory's Toury. Sydney, 4°. 1908.

Burrard, S. G. and *Hayden, H. H.* A Sketch ot the geography of the Himalaya Mountains and Tibet. Part. I. The High peaks of Asia. Part. II. The principal mountain ranges of Asia. Part. III. The Rivers of the Himalaya and Tibet. Calcutta, 4°. 1907.

Carta Geologica delle Alpi Occidentali. R. Ufficio geologico. Roma, 1908.

Junta Colombina de Mexico. Antigüedades Mexicanas. Texto. Mexico, folio, 1892 Laminas.

Zebrikoff. M: Sur la différence de potentiel de l'arc à courant continu. entre électroides méttaliques. Genève, 1908, 8°.

Труды XIII Археологическаго Съѣзда въ Екатеринославѣ. Москва, folio. 1905, 1908 г., т. II.

Обзоръ Подольской губерніи за 1906, folio.

Козловъ, П. К. Монголія и Камъ. Т. VII. Arthropoda. Спб., folio. 1908 г.

Труды Черниговскаго Комитета по устройству XIV Археологическаго Съѣзда въ г. Черниговѣ. Черниговъ, 8°. 1908 г.

Бухгольцъ, Ѳ. Таблица для предварительнаго опредѣленія подземныхъ грибовъ, найденныхъ въ Россіи. Юрьевъ, 8°.

Бугорскій, П. Капиталъ имени А. О. Ковалевскаго. Одесса, 8°. 1908 г.

Стрижовъ, И. Н. Случай дислокаціи породъ. Грозный, 8°. 1908.

Клеръ, О. Е. Матеріалы о флорѣ Уральскаго края. Екатеринбургъ, 8°. 1906 г.

Каталогъ выставки XIV Археологическаго Съѣзда въ г. Черниговѣ. Черниговъ, 8°. 1908.

Ракузинъ, М. А. Оптическое изслѣдованіе Баби-эйбатской нефти. Спб., 8°. II, 1907 г.

Пачоскій, Іосифъ. Причерноморскія степи. Одесса, 8°. 1908 г.

Стрижовъ, И. Н. Новыя данныя по геологіи Грозненскаго нефтяного мѣсторожденія. Грозный, 8°. 1908 г.

Пачоскій, І. Методъ защиты растеній отъ вредныхъ насѣкомыхъ. Одесса, 8°.

Сборникъ статей Екатеринославскаго научнаго Общества. Екатеринославъ, 8°. 1905 г.

Сборникъ статей Екатеринославскаго научнаго общества добавленіе I.

Вернадскій, В. И. Отзывъ о кандидатахъ на замѣщеніе каѳедры минералогіи въ Екатеринославскомъ Высшемъ Горномъ училищѣ.

Бачинскій, А. Введеніе въ кинетическую теорію газовъ. Москва, 4°. 1908 г.

Missuna, A. Ueber eine neue Edestus-Art aus den Karbon-Ablagerungen der Umgebungen von Moskau.

Brion, H. A India Potuguera, conferencia feita em 16 de Março 1908. Lisboa, 1908, 8°.

Joao Carlos da Costa. A riquera Petrolifera d'Angola. Lisboa, 1908, 8°.

Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau. Hanau, 8°. 1908.

Palomak, M. H. Zur Kenntnis der Alkoxylderivate Aliphatricher Alkohole, Säuren und Ester. Helsingfors, 1908, 8°.

Sven Hedin. Scientific Results of a Journey in Central Asia. 1899—1902. Vol. III. North and East Tibet.
Vol. IV. Central and West Tibet.
Vol. V, p. I, 6. Meteorologie.
Vol. V, p. II. Les Observations Astronomiques. Stockholm, 4°.
Vol. VI, p. II. Geology.
Vol. VI, p. III. Racial Types.

Buchanan, J. I. Ice and its Natural History. London, 1908, 8°.

A list of the Fellows of the Zoological Society of London. London, 1908, 8°.

Geological Literature added to the Geol. Society Library. London, 1908, 8°.

Chambers, Ernest J. Canada's fertile Northland. with Atlas. Ottawa, 1907, 8°.

Bernard, Ch. Protococcacées et desmidiées d'eau douce. Batavia, 1908, 8°.

Onoraure al Prof. Alfonso Seka. Roma, 4°. 1908.

Hanser, Cl. Fouilles Scientifiques dans la Vallée de la Vizère. 1908, 8°.

André, Edmond. Species des Hyménoptéres d'Europe et d'Algérie. T. X. Fasc. 101—102. Paris, 8°. 1908.

Sederholm, J. J. Explanatory notes to accompany a Geologica lSketch-map of Fenno-Scandia. Helsingfors, 1908, 8°.

Negelius, Valter. Bakteriologiska Undersökningar of de kvinliga genitalsekreten under förlossningen och Barnsöngen. Helsingfors, 1908, 8°.

Delgada, I. Nery. Système Silurique du Portugal. Étude de stratigraphie paléontologique. Lisbonne, 1908, 8°.

Hooker's Icones Plantarum. Vol. IX, p. III. September. London, 1908, 8°.

National Antarctic Expedition. 1901—1904. I. Physical Observations. II. Meteorology. P. I. London, folio. 1908.

Sars, G. O. An account of the Crustacea of Norway. Vol. V. Copepoda, parts XXI—XXII. Laophontidae (cont.).

Résultats du Voyage du S. I. Belgica en 1897—1898—1899.

Rapports scientifiques.
— Archowski, H. Géologie. Les glaciers.
— Hoek, P. P. C. Zoologie. Cirripedien.
— Archowski et Hugh. Robert Mill. Océanographie.
— Plote, L. Zoologie. Scaphopoden.
— Jungersen, Hector. Pennatuliden.
— Böhmig, Ludwig. Zoologie. Turbellarien.
— Lecointe, G. Physique du globe. Anvers, 4°.

Elenco dei Mebri e Soci del R. Istituto Veneto di Science, Lettere ed Arti. Venezia, 1907, 8°.

Osservazioni Meteorologiche e Geodinamiche. Venezia, 1907, 8°.

Inbjudning till Upsala Universitets Linnéfest den 23 cch 24 Maj 1907. Upsala, 8°. 1907.

Lonnberg. Caroli Linnei Methodus Avium Sveticarum. Upsala, 8°. 1907.

Swederus, M. B. Linnée och växtodlingen. Upsala, 8°. 1907.

Bref och Skrifreser af och till Carl von Linné. Del I—II. Upsala, 8°. 1907.

Linné, porträtt. Stockholm, 4°.

Benedicus Carlo Linneo pruto Sveciens och beskrifuing öfver Stenriket. Upsala, 8°. 1907.

Linnéo Dichteten of Lindfors. Upsala, 8°. 1907.

Stead, David G. The Edible Fishes of New-South Wales. 8°. 1908.

Bemmelen, Dr. W. van. Over den Regenval op Java. Batavia, folio. 1908.

Vejdowsky, Prof. D. F. Neue Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung. Prag, folio. 1907.

Boddaert, D. D. Mesure magnetiche nei dintorni di Torino. Torino, folio. 1907.

Hatscher, John. The Ceratopsis (U. St. Geol. Sur. Monogr.). Washington, 4°.

Morris Ketshum Jesup, folio.

Tichomirow, W. A. Le glycogène des champignons ascomycètes dans ses rapports avec le fénalose. Paris, 8°. 1908.

Иллюстрированный опредѣлитель грибовъ средней Россіи. I. Hymenomycetineae. I часть. in 8°. 1908.

Kafka, Josef. Studie v Oborn trětihorníno utvaru v Cěchách. Prag, 8°. 1908.

Высоцкій, Г. Н. О лѣсорастительныхъ условіяхъ района Самарскаго Удѣльнаго Округа. Спб., 8°. 1908.

Памяти Михаила Ивановича Коновалова. Москва, 8°. 1908 г.

Рѣчь и отчетъ о состояніи и дѣятельности Московскаго Сельскохозяйственнаго Института за 1907 г. Москва, 8°. 1908.

Труды второго совѣщанія почвовѣдовъ 2—7 января 1908 г. въ Москвѣ. Москва, 8°. Вып. I—II.

Centenario della Cathedra di Zoologia nella R. Universita di Napoli. 1806—1906. Napoli, folio. 1907.

The twelfth Celebration of Founder's day Carnegic Institut. Pittsburgh, 8°. 1908.

Stead, David G. New Fishes from New South Wales. № 1. Sydney, 8°. 1908.

— The besked Salmon. Sydney, 8°. 1908.

Schaeberle, I. M. On the Origin and Age of the Sedimentary Rocks. Reprinted from Science. Vol. XXVIII, 1908.

The Tokyo Imperial University Calendar 2567—68. Tokyo, 2568, 8°. (1908).

Geschichte der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. Hanau, 8°. 1908.

Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies par Albert I de Monaco. Fasc. XXXIII. Monaco, folio. 1908.

The Danish Ingolf Expedition. Vol. III, p. 2. Copenhagen, folio. 1908.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES NATURALISTES

DE MOSCOU.

Publié

sous la Rédaction du Prof. Dr. **M. Menzbier** et de **A. Croneberg.**

ANNÉE 1908.

№ 3 & 4.

(Avec 1 planche.)

MOSCOU.
Typo-lithogr. de la Société J. N. Kouchnereff et C-ie.
Pimenovskaia, propre maison
1910.

Les lettres, ouvrages et communications destinés à la Société doivent être adressés à la Société Impériale des Naturalistes de Moscou.

Table des matières

CONTENUES DANS CE NUMÉRO.

	Pages
J. Belogolowy. Zur Entwickelung der Kopfnerven der Vögel. (Mit 1 Taf.)	325—537
Prof. Dr. E. Leyst. Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1908	538—574
Протоколы засѣданій Импер. Москов. Общ. Испытателей Природы за 1908 г. (сентябрь—декабрь)	27— 64
Годичный отчетъ Импер. Москов. Общ. Испытателей Природы за 1907—1908	65— 85
Livres offerts ou échangés durant l'année 1908	1— 29

En vente au siège de la Société:

	R. C.	Mrk.
Dr. J. v. Bedriaga. Die Lurchfauna Europa's. II. Urodela. 1897	4.	8.
M-lle **C. Sokolowa.** Naissance de l'endosperme dans le sac embryonnaire de quelques gymnospermes. Avec 3 pl. 1891.	1.50	3.
Л. Круликовскій. Опытъ каталога чешуекрылыхъ Казанской губ. I. Rhopalocera. Съ 1 таб., стр. 52. 1890	.75	1.50
— — Опытъ каталога чешуекрылыхъ Казанской губ. II. Sphynges, Bombyces. III. Noctuae. 1893	.75	1.50
Д. И. Литвиновъ. Гео-ботаническія замѣтки о флорѣ Европ. Россіи. Стр. 123. 1891	1.	2.
И. Я. Словцовъ. Позвоночныя Тюменскаго округа и ихъ распространеніе въ Тобольской губ. 1892	.75	1.50
A. Croneberg. Beitrag zur Kenntniss des Baues der Pseudoscorpione. Mit 3 Taf. 1890	1.	2.
— — Beitrag zur Ostracodenfauna der Umgegend von Moskau. Mit 1 Taf. 1894	.50	1.—
Th. Lorenz. Die Vögel des Moskauer Gouvernements. 1894	1.	2.
А. Кронебергъ. Матеріалы къ познанію строенія хамскорпіоновъ (Chernetidae). Съ 3 табл. 1890	1.	2.

O. Retowski. Die Tithonischen Ablagerungen von Theodosia. Mit 6 Taf. 1893	4.	8.
J. Gerassimoff. Über die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten. 1892	.50	1.
— Einige Bemerkungen über die Function des Zellkerns. 1891	.25	.50
A. Artari. Zur Entwicklungsgeschichte des Wassernetzes (Hydrodictyon utriculatum). Mit 1 Taf. 1890	1.	2.
J. Goroshankin. Chlamydomonas Braunii, mihi. Mit 2 Taf. 1890	1.25	2.50
— Chlamydomonas Reinchardi (Dangeard) und seine Verwandten. Mit 3 Taf.	2.	4.
M. Golenkin. Pteromonas alata, Cohn. Mit 1 Taf. 1891	.75	1.50
V. Deinega. Der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse über den Zellinhalt der Phycochromaceen. Mit 1 Taf. 1891	1.	2.
B. Lwoff. Die Bildung der primären Keimblätter und die Entstehung der Chorda und des Mesoderms bei den Wirbelthieren. Mit 6 Taf. 1894	4.	8.
M. Iwanzoff. Der mikroskopische Bau des elektrischen Organs von Torpedo. Mit 3 Taf. 1894	2.50	5.
— — Das Schwanzorgan von Raja. Mit 3 Taf. 1895	2.25	4.50
A. Sewertzoff. Die Entwickelung der Occipitalregion der niederen Vertebraten. Mit 2 Taf. 1895	1.50	3.
P. Ssusew. Die Gefässkryptogamen des mittleren Urals. 1895	.25	.50
P. Suschkin. Aquila Glitchii, Sev. (Biologische Skizze). Mit 2 Taf. 1896	.50	1.
Ew. H. Rübsaamen. Ueber russische Zoocecidien und deren Erzeuger. Mit 6 Taf. 1896	2.50	5.

Матеріалы къ познанію фауны и флоры Россійской Имперіи.

Отдѣлъ зоологическій.

Выпускъ 1-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 2-й. Цѣна **3** руб. **50** коп.—Выпускъ 3-й. Цѣна **2** руб. **50** коп.—Выпускъ 4-й. Цѣна **2** руб. **50** коп.—Выпускъ 5-й. Цѣна **3** руб. Выпускъ 6-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 7-й. Цѣна **2** руб. Выпускъ 8-й. Цѣна **7** р. **50** к.—Выпускъ 9-й. Цѣна 2 р.

Отдѣлъ ботаническій.

Выпускъ 1-й. Цѣна **1** руб. **50** коп. — Выпускъ 2-й. Цѣна **3** руб. — Выпускъ 3-й. Цѣна **1** руб. **50** коп.— Выпускъ 4-й. Цѣна **2** руб. — Выпускъ 5-й. Цѣна **1** руб. **50** коп.—Выпускъ 6-й. Цѣна **3** руб. **50** коп.

Матеріалы къ познанію геологическаго строенія Россійской Имперіи.

Выпускъ 1-й. Цѣна **2** руб.—Выпускъ 2-й. Цѣна **4** р. **50** к.

А. Ячевскій.

ОПРЕДѢЛИТЕЛЬ ГРИБОВЪ.

Цѣна **1** руб.

Складъ изданій въ бюро Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы. Университетъ.

359 APR 13

BOUND
APR 26 1938
UNIV. OF MICH.
LIBRARY

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 03556 33

DO NOT REMOVE
OR
MUTILATE CARD